

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
U OSIJEKU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET OSIJEK

**DIPLOMSKI RAD**

Osijek, 8. rujna 2016.

Danijela Anić

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
U OSIJEKU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET OSIJEK

DIPLOMSKI RAD

TEMA: Kontrola kvalitete kod izvođenja gornjeg ustroja prometnica

Osijek, 8. rujna 2016.

---

Danijela Anić

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET OSIJEK

Znanstveno područje:	<b>Tehničke znanosti</b>
Znanstveno polje:	<b>Građevinarstvo</b>
Znanstvena grana:	<b>Organizacija i tehnologija građenja</b>
Tema:	<b>KONTROLA KVALITETE KOD IZVOĐENJA GORNJEG USTROJA PROMETNICA</b>
Pristupnica:	<b>DANIJELA ANIĆ</b>
Naziv studija:	<b>Diplomski sveučilišni studij Građevinarstvo</b>

U radu je potrebno opisati pristup provedbi kontrole kvalitete kod izvođenja gornjeg ustroja prometnica. Potrebno je navesti zahtjeve kvalitete propisane zakonodavnim okvirom i Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama. Zahtjeve kvalitete potrebno je prikazati za materijale koji se ugrađuju u gornji ustroj prometnice i za radove na izvođenju gornjeg ustroja prometnica. Na primjeru dionice ceste potrebno je prikazati vrste ispitivanja koja se provode s ciljem kontrole kvalitete te zahtjevanu učestalost.

Rad treba izraditi u 3 primjerka (original+2 kopije), tvrdo ukoričena u A4 formatu koji sadrži i cjelovitu elektroničku datoteku u pdf formatu na CD-u u prilogu.

Osijek, 11. travnja 2016. godine

Mentorica:

Predsjednik/ca Odbora za  
završne i diplomske radove:

---

izv.prof.dr.sc. Zlata Dolaček-Alduk

---

izv.prof.dr.sc. Mirjana Bošnjak -Klečina

## Sadržaj

Sažetak .....	4
Summary .....	5
1.Uvod .....	6
2.Pregled zakonske regulative iz područja graditeljstva u Republici Hrvatskoj .....	10
2.1.Zakon o gradnji (NN 153/13) .....	10
2.2.Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15 ) .....	10
2.3.Zakon o građevnim proizvodima (NN broj 76/13., 30/14.) .....	10
2.4.Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/10; 87/10, 146/10, 100/11, 130/12, 81/13, 136/14 i 119/15) .....	11
2.5.Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (N.N. 103/08, 147/09, 87/10 i 129/11) .....	11
3.Gornji ustroj prometnica .....	13
3.1.Nosivi slojevi od nevezanih mehanički zbijenih zrnatih materijala .....	13
3.1.1.Zahtjevi kvalitete za zrnate kamene materijale .....	14
3.1.2.Zahtjevi kvalitete .....	17
3.1.3.Kontrola kvalitete izvedbe .....	18
3.2.Nosivi sloj od znatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivom .....	19
3.2.1.Laboratorijska ispitivanja .....	20
3.2.2.Granulometrijski sastav .....	21
3.2.3.Udio organskih tvari i lakih čestica .....	21
3.2.4.Optimalna vlaga i maksimalna suha prostorna masa s dodatkom veziva .....	21
3.2.5.Fizičko-mehanička svojstva .....	22
3.3.Zahtjevi kvalitete za hidraulično vezivo .....	22
3.3.1.Zahtjevi kvalitete za vodu .....	22
3.3.2.Zahtjevi kvalitete za stabilizacijsku mješavinu .....	23
3.3.3.Zahtjevi kvalitete za ugrađeni nosivi sloj stabiliziran hidrauličnim vezivom .....	23
3.3.4.Osiguranje kvalitete materijala i radova .....	24
4.Bitumenski međusloj za sljepljivanje bitumeniziranog nosivog sloja sa slojem izrađenim na bazi hidrauličkih veziva .....	27
4.1.Kontrola kvalitete .....	27

4.1.1. Tekuća ispitivanja .....	27
4.1.2. Kontrolna ispitivanja.....	27
5. Bitumenizirani nosivi sloj (BNS) .....	28
5.1. Cestograđevni bitumen .....	29
5.1.1. Laboratorijska ispitivanja.....	29
5.1.2. Uvjeti kvalitete .....	29
5.2. Polimerom modificirani bitumen (PmB) .....	29
5.2.1. Laboratorijska ispitivanja.....	29
5.2.2. Uvjeti kvalitete .....	30
5.3. Bitumenska emulzija za sljepljivanje slojeva .....	31
5.3.1. Laboratorijska ispitivanja.....	31
5.3.2. Uvjeti kvalitete .....	31
6. Bitumenizirani nosivo-habajući sloj (BNHS) .....	32
6.1. Kontrola kvalitete BNHS-a .....	32
6.1.1. Prethodna ispitivanja.....	32
6.1.2. Tekuća ispitivanja .....	32
7. Asfaltni slojevi .....	33
7.1. Zrnati kameni materijali .....	34
7.1.1. Kamen .....	34
7.1.2. Kamena sitnež.....	35
7.1.3. Separirani i djelomično separirani zrnati kameni materijal .....	36
7.1.4. Pijesak.....	38
7.1.5. Kameno brašno .....	40
7.2. Dodaci bitumenu i asfaltu.....	41
7.3. Dokaz kvalitete i upotrebljivosti materijala.....	41
8. Proizvodnja asfaltne mješavine .....	42
8.1. Proizvodni proces .....	42
8.1.1. Uskladištenje materijala na asfaltnoj bazi.....	42
8.1.2. Postrojenje za proizvodnju asfaltne mješavine.....	42
8.1.3. Temperatura proizvodnje asfaltne mješavine .....	43
8.2. Osiguranje kvalitete asfaltnih radova.....	43
8.2.1. Aktivnosti prije početka izvođenja asfaltnih radova .....	43
8.2.2. Aktivnosti tijekom izvođenja asfaltnih radova.....	46

8.3.Ocjena kvalitete asfalta.....	47
8.3.1.Ocjena kvalitete proizvedene asfaltne mješavine .....	47
8.3.2. Ocjena kvalitete izvedenog asfaltnog sloja.....	47
8.4. „Rollpave“ asfalti .....	48
9. Primjena kontrole kvalitete na pokusnoj dionici .....	49
10.Zaključak .....	51
11. Dodaci .....	52
11.1. Popis tablica.....	52
11.2. Popis slika.....	52
Literatura: .....	53

## Sažetak

U radu je opisan pojam kvalitete i definiraju se kriteriji upravljanja kvalitetom kao sastavni dio upravljanja projektima. Kontrola kvalitete ima veliku važnost od same proizvodnje do konačne uporabe nekog proizvoda. Definiran je zakonodavni okvir iz područja graditeljstva u Republici Hrvatskoj.

U ovom slučaju kontrola kvalitete opisana je na svakom od slojeva gornjeg ustroja prometnica. Glavni dijelovi gornjeg ustroja prometnica su cestovni zastor i podloga. Podloga gornjeg ustroja prometnica izgrađena je od nosivog sloja od nevezanih mehanički zbijenih zrnatih materijala, nosivog sloja od zrnatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivom. Cestovni zastor u ovom radu je asfaltni, kojega s podlogom povezuju bitumenizirani slojevi. Posebna pozornost je na kvaliteti materijala koji se primjenjuju u pojedinom sloju. Opisan je postupak kontrole kvalitete materijala, te ispitivanja koja je potrebno provesti kako bi pojedini materijali zadovoljili kriterije za ugradnju.

U završnom dijelu rada opisan je primjer pokusne dionice duljine 1000 m, te kontrolna mjerenja na površini od 15 000m<sup>2</sup>.

Ključne riječi: kvaliteta, kontrola kvalitete, gornji ustroj prometnica, podloga, cestovni zastor.

## Summary

This paper describes the concept of quality and define the criteria of quality management as an integral part of project management. Quality control is of great importance from their own production to the final use of a product. It is defined legislative framework in the field of architecture in Croatia.

In this case, quality control is described, for each layer of the permanent way roads. The main overhead roads are road and curtain lining. Lining overhead road was built from the supporting layer of decoupled mechanically compacted granular material, the carrier layer of granular stone materials stabilized with hydraulic binder. Road curtain in this paper is asphalt, which backed connect bituminous layers. Special attention is paid to the quality of the material to be applied in different layers. The procedure of quality control materials, the tests that need to be implemented to certain materials meet the criteria for installation.

In the final part of the work described is an example of the experimental section of length 1000 m, and control measurements on an area of 15 000m<sup>2</sup>.

Keywords: quality, quality control, permanent way roads, backed, road curtain.



## 1.Uvod

Riječ kvaliteta potječe od latinske riječi “qualitas”, a predstavlja svojstvo, odliku, značajku, sposobnost, vrijednost. Osnovna definicija je: „Kvaliteta je zadovoljstvo kupca“. Definicija kvalitete prema normi ISO 9000 je: „Kvaliteta je stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve“.

Kontrola kvalitete se ne odnosi samo na konkretni proizvod projekta, nego i na nadzor nad proizvodnim procesom tijekom njegova odvijanja. Kvalitetu ne treba uspoređivati sa razinom usluga ili radova na projektu. Loša kvaliteta je uvijek problem na projektu, ali niža razina radova i usluga ne mora biti problem, jer ovisi od početnih uvjeta i opisa ciljeva projekta. Kvaliteta se sastoji od promatranja stvarnog ispunjavanja funkcije, usporedbe ispunjavanja te funkcije te djelovanje ako se ta funkcija razlikuje od norme. Potencira se zadovoljstvo klijenta kao važan kriterij, velika pažnja je na odgovornosti menadžmenta i ponavljajućoj provjeri i usporedbi parametara tijekom realizacije projekta. Nadzor kvalitete se provodi u dva dijela. Prvo se provodi unutarnja kontrola kvalitete od samih proizvođača. Zatim se provodi vanjska kontrola kvalitete koju obavljaju tijela za ocjenjivanje sukladnosti, kupci, konkurenti i samo tržište.

Važnu ulogu u postizanju kvalitete ima osiguranje kvalitete. Osiguranje kvalitete je dio sustava upravljanja kvalitetom koji je fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu. Planirane i sistematične aktivnosti ugrađene u sustav znače osiguranje kvalitete, za razliku od kontrole kvalitete koja označava tehnike i aktivnosti opažanja korištene da bi se zadovoljili zahtjevi za kontrolom.

Karakteristike kvalitete dijele se u 2 skupine:

1. **Proizvodne:** mehanička svojstva, električna svojstva, dužne mjere, geometrijski oblik, površinska prerada, mehaničke karakteristike sastava, električne karakteristike sastava;
2. **Uporabne:** funkcionalnost, pouzdanost, izgled.

Mjerila za ocjenjivanje kvalitete su:

- sukladnost s normama
- proizvod mora odgovarati tehničkim normama,
- sukladnost sa svojstvima navedenim u specifikacijama proizvoda,
- pouzdanost
- značajno mjerilo za proizvode koje za vrijeme upotrebe treba redovito održavati,
- ekološka prihvatljivost
- proizvodi ne smiju narušavati prirodni okoliš,
- suvremen i estetski izgled proizvoda,
- servisiranje i opskrba rezervnim dijelovima,
- prodajna i transportna ambalaža
- izgled odnosno zaštita pri transportu<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ASQ, BEXCELLENCE i CQI, <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta> (17.04.2016.)

Upravljanje kvalitetom je nadogradnja na osiguranje i kontrolu kvalitete i zauzima važno mjesto u strateškom planiranju svake organizacije. Jedan od osnovnih zahtjeva izgradnje sustava za upravljanje kvalitetom je da osnovni procesi vezani uz kvalitetu budu ugrađeni u svaki poslovni proces.

**Tablica 1. Kriteriji upravljanja kvalitetom** <sup>[1]</sup>

Upravljanje kvalitetom (Project Quality Management)	Ulazni parametri	Alati i tehnike rada	Izlazni parametri
Planiranje kvaliteta ( <i>Quality Planning</i> )	Faktori okruženja, organizacijski tijek, obujam posla, plan upravljanja projektom. Najvažniji faktori okruženja su standardi i regulativa koji su primjenjivi za projekt. Najvažniji organizacijski tijek je politika kvalitete ( <i>quality policy</i> ). To je izjava menadžmenta. Najčešće se koristi usvojena politika firme, a za veće projekte može se definirati politika kvalitete samo za taj projekt	<i>Cost/Benefit</i> analiza; usporedba ( <i>benchmarking</i> ) planiranih tjevkova na projektu sa tijekom ostalih projekata; kreiranje eksperimenata zasnovanih na statičkim pravilima; proračun troškova kvalitete ( <i>cost of quality</i> ), koji uključuju prevenciju, primjenu usvojenih mjera i popravku grešaka. U standardu se napominje da postoje i drugi učinkoviti alati, kao što su: dijagrami ( <i>flowcharts</i> ), kreativno razmišljanje ( <i>brainstorming</i> ), itd.	Plan upravljanja kvalitetom ( <i>quality management plan</i> ) koji obuhvaća organizacijsku strukturu, odgovornosti, tjevka, resurse za upravljanje kvalitetom; <i>operational definitions</i> , ili <i>quality metrics</i> , kojima se precizno opisuje šta se i kako mjeri da bi se kontrolirao kvalitet; <i>checklists</i> , kojima se standardiziraju svakodnevni poslovi; plan unaprjeđenja proizvodnih procesa; <i>quality baseline</i> , sa preciziranim ciljevima kvalitete; izmjene u planu upravljanja projektom.
Osiguranje kvalitete ( <i>Perform Quality Assurance</i> )	Plan upravljanja kvalitetom, <i>quality metrics</i> iz prethodnog procesa, plan unaprjeđenja, proizvodnog procesa; informacije o performansama radova, odobrene i implementirane izmjene i popravke grešaka, kontrolna mjerenja kvalitete, implementirane preventivne akcije,	Koriste se svi alati i tehnike iz prethodnog procesa (planiranje kvalitete). Dodatno, predviđeno se koriste i <i>quality audits</i> (sveobuhvatne provjere projektnih aktivnosti, s ciljem uočavanja nedostataka i izvlačenja pouke), analize procesa (s ciljem predlaganja tehničkog i organizacijskog unaprjeđenja) i tehnike za kontrolu kvalitete.	Zahtjevi za izmjenama, preporučene korekcijske akcije, inovirane organizacijske procedure i plan upravljanja projektom.

Kontrola kvalitete ( <i>Perform Quality Control</i> )	Plan upravljanja kvalitetom, <i>quality metrics</i> iz prethodnog procesa, <i>checklists</i> , informacije o performansama radova, odobrene izmjene, rezultati rada ( <i>deliverables</i> )	Dijagrami cause and effect (poznati i kao <i>Ishikawa diagrams</i> ), kontrolne karte ( <i>control charts</i> ), dijagrami procesa ( <i>flowcharts</i> ), histogrami, <i>Pareto</i> dijagrami, linearni grafovi sa kronološki ucrtanima rezultatima rada ( <i>run charts</i> ), dvodimenzionalni dijagrami ( <i>scatter diagram</i> ), statističko testiranje uzoraka, inspekcije (provjere, pregledi, mjerenja, ispitivanja), provjere popravljenih grešaka.	Kontrolna mjerenja kvalitete, prihvaćene ili odbačene popravke grešaka i proizvodi rada, zahtjevi za izmjenama, preporučene korektivne i preventivne akcije, preporučene popravke grešaka, inovacijske organizacijske procedure i plan upravljanja projektom, izmjene u quality baseline-u. Kroz inovacijske procese čuvaju se povijesni podatci.
--	---	---	--

Prema veličini prometnog opterećenja te raspoloživom građevinskom materijalu ima raznih vrsta podloge, a koje su od:

- lomljenoga kamena,
- šljunka,
- tučenca,
- cementnog betona i
- stabiliziranog tla.

Debljina podloge ovisi o nosivosti tla, prometnom opterećenju i dubini smrzavanja. Podloga mora imati uzdužni i poprečni nagib jednak kao i cestovni zastor. Za suvremene ceste čiji se zemljani trup sastoji od koherentnog (vezanog) tla izvodi se donji sloj podloge od šljunka i pijeska (tamponski sloj). Tamponskim slojem povećava se konstrukcija kolnika i omogućuje bolji prijenos opterećenja na zemljani trup ceste. Poboljšava se otjecanje vode, sprečava utiskivanje zemlje u kamenu podlogu i omogućuje zaštita kolnika od štetnog djelovanja mraza.

Pjeskovito-šljunčani materijal koji se rabi za tamponski sloj mora imati takav granulometrijski sastav da se s vremenom ne pomiješa s raskvašenom zemljom iz zemljanog trupa. On mora obavljati dvostruku ulogu: služiti kao podloga (povećava stabilnost i otpornost čitavoga donjeg ustroja prema prometnom opterećenju) i štititi konstrukciju kolnika od štetnog djelovanja mraza.

Pjeskoviti i šljunčani materijal od kojega se izrađuje tamponski sloj mora se dobro nabiti. Za to su najpogodniji strojevi za nabijanje koji rade na principu vibriranja – pločasti vibrator ili vibracijski valjci.

Za izvedbu kolničke konstrukcije rabi se prirodni i umjetni kamen, a kao vezno sredstvo cement. Vezna sredstva služe za povezivanje zrna pri izradbi kolničkog zastora. Ona se mogu podijeliti na:

- a) silikatna

b) ugljikovodična<sup>2</sup>.

a) Silikatna vezna sredstva su cement i vodeno staklo.

Cement se rabi za izradbu cementno-betonskih zastora, cementnog makadama i betonskih ploča. Portland-cement (PC) dobije se miješanjem gline i krečnjaka, zatim mljevenjem i pečenjem na visokoj temperaturi.

Vodeno staklo je po kemijskom sastavu natrijev ili kalijev silikat, koji se u dodiru sa zrakom raspada na natrijev ili kalijev karbonat i silicijev dioksid. Proizvodi se kao bijeli prah ili u tekućini i s kamenim agregatom i vodom daje čvrstu masu.

b) Ugljikovodična spojna sredstva su bitumen, katran, prirodni asfalt, razrijeđeni bitumen i razne emulzije.

Bitumen se dobiva kao derivat nafte. Pri izradbi smjese važna je njegova tvrdoća, elastičnost, plastičnost, otpornost na kemijske utjecaje i izgaranje. U tekućem stanju koristi se za izradbu elastičnih zastora.

Katran se dobije suhom destilacijom kamenog ugljena. Po kvaliteti je slabiji od bitumena, pa se koristi iznimno na sporednim cestama.

Prirodni asfalt nalazi se u stijenama koje se drobljenjem i izgaranjem pretvaraju u smjesu za izradbu zastora. Te stijene sadrže i do 80% bitumena.

Razrijeđeni bitumen dobije se miješanjem bitumena i mineralnog ili katranskog ulja koje brzo ishlapi. Ta je mješavina pogodna smjesa za izradbu zastora.

Emulzije su mješavine 50-60% bitumena s vodom uz dodatak 1% emulgatora – sapunskih kiselina. Služe za površinske obrade postojećih zastora.

---

<sup>2</sup> <http://www.prometna-zona.com/gornji-ustroj-cesta/> (17.04.2016.)

## **2.Pregled zakonske regulative iz područja graditeljstva u Republici Hrvatskoj**

Kontrola kvalitete definirana je u zakonodavstvu odredbama o provedbi postupaka, odgovornosti sudionika u gradnji i traženim karakteristikama materijala koji se ugrađuje u gornji ustroje ceste.

### **2.1.Zakon o gradnji (NN 153/13)**

Ovim se Zakonom uređuje projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka s tim u vezi radi osiguranja zaštite i uređenja prostora u skladu s propisima koji uređuju prostorno uređenje te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih za građevine ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju ovoga Zakona i posebnim propisima.<sup>3</sup>

### **2.2.Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15 )**

Ovim se Zakonom uređuje obavljanje stručnih poslova i djelatnosti prostornog uređenja i gradnje, projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja, upravljanja projektom gradnje, ispitivanja i prethodnih istraživanja, propisuju se zadaće struka, stručni ispit i stručno usavršavanje te uvjeti za strane osobe koje obavljaju poslove i djelatnosti prostornog uređenja i gradnje.

Pod obavljanjem djelatnosti ispitivanja, u smislu ovoga Zakona, podrazumijeva se obavljanje poslova ispitivanja materijala, određenih dijelova ili cijele građevine u svrhu provjere, odnosno dokazivanja temeljnih zahtjeva za građevinu i/ili drugih zahtjeva, odnosno uvjeta, predviđenih glavnim projektom ili izvješćem o obavljenoj kontroli projekta te kontrolna ispitivanja materijala koja se provode na temelju posebnih propisa, projekta građevine ili sumnje, a koji su od važnosti za projektiranje, građenje i uporabu određene građevine.

Pod obavljanjem djelatnosti prethodnih istraživanja u smislu ovoga Zakona podrazumijeva se utvrđivanje uvjeta za građenje, utvrđivanje stanja materijala i građevine te uređaja i instalacija u odnosu na ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu.<sup>4</sup>

### **2.3.Zakon o građevnim proizvodima (NN broj 76/13., 30/14.)**

Ovim se Zakonom uređuju sustavi ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnih proizvoda, radnje koje u okviru ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnih proizvoda provode proizvođači građevnih proizvoda te prijavljena i odobrena tijela,

---

<sup>3</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_153\\_3221.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html)(18.04.2016.)

<sup>4</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_07\\_78\\_1489.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_07_78_1489.html)(18.04.2016.)

dokumenti ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnih proizvoda, zahtjevi za prijavljena i odobrena tijela, postupak prijave, obveze prijavljenih i odobrenih tijela, obveze i zahtjevi za imenovanje tijela za tehničko ocjenjivanje, uređuje provedba Uredbe (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2011. koja propisuje usklađene uvjete trgovanja građevnim proizvodima i ukida Direktivu Vijeća 89/106/EEZ, uvjeti za rad i postupanje tijela odgovornog za provedbu Uredbe (EU) br. 305/2011 i druga pitanja bitna za stavljanje na tržište ili stavljanje na raspolaganje na tržište građevnih proizvoda.<sup>5</sup>

#### **2.4.Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/10; 87/10, 146/10, 100/11, 130/12, 81/13, 136/14 i 119/15)**

Ovim se Tehničkim propisom u okviru ispunjavanja bitnih zahtjeva za građevinu, propisuju tehnička svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene ugradnji u građevine za koje tehnička svojstva i drugi zahtjevi nisu propisani posebnim propisom.

##### **Članak 13.**

1.Građevni proizvod za koji je sukladnost potvrđena na način određen Propisom i izdana isprava o sukladnosti, smije se ugraditi u građevinu ako je sukladan zahtjevima iz projekta građevine.

2.Neposredno prije ugradnje građevnih proizvoda obvezno se provode kontrolni postupci koji su propisani posebnim propisom odnosno koji su određeni projektom građevine za građevne proizvode.

3.Iznimno, kontrolni postupci provode se i u slučaju sumnje.

4.Nadzorni inženjer dužan je upisom u građevinski dnevnik odrediti:

- provedbu kontrolnih postupaka, u slučaju iz stavka 2. ovoga članka, odnosno
- provedbu kontrolnih postupaka i način njihove provedbe, u slučaju iz stavka 3. ovoga članka.<sup>6</sup>

#### **2.5.Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (N.N. 103/08, 147/09, 87/10 i 129/11)**

Ovim se Pravilnikom propisuju uvjeti za davanje, produljenje i oduzimanje ovlaštenja za provedbu postupka ocjenjivanja sukladnosti i izdavanje potvrde o sukladnosti, sustavi ocjenjivanja sukladnosti građevnih proizvoda, uvjeti za izdavanje i sadržaj isprava o sukladnosti, način označavanja građevnih proizvoda, oblik i sadržaj oznaka sukladnosti te način vođenja i sadržaj evidencije izdanih isprava o sukladnosti. Odredbe ovoga Pravilnika koje se odnose na građevni proizvod odnose se i na skup na

---

<sup>5</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_76\\_1523.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_76_1523.html) (18.04.2016.)

<sup>6</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_03\\_33\\_861.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_03_33_861.html) (04.06.2016.)

određeni način tehnički i/ili funkcionalno povezanih pojedinačnih građevnih proizvoda sa zajedničkom namjeravanom uporabom, za koju tako povezani ispunjavaju zahtjeve.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/341671.html> (04.06.2016.)

### 3. Gornji ustroj prometnica

#### 3.1. Nosivi slojevi od nevezanih mehanički zbijenih zrnatih materijala



Slika 1. Slojevi kolničke konstrukcije<sup>8</sup>

Nosivi slojevi od nevezanih mehanički zbijenih zrnatih materijala primjenjuju se u donjem dijelu kolničkih konstrukcija s asfaltnom površinom i za podlogu kolničkih konstrukcija s betonskom pločom. Ovi slojevi čine mehaničku stabilizaciju, a povoljan granulometrijski sastav zrnatog materijala postiže se biranjem odgovarajućih materijala u prirodi ili proizvodnjom materijala koji će imati takav sastav.

Za izradu nosivih slojeva od nevezanih materijala mogu se koristiti:

- prirodni pjeskoviti šljunak,
- drobljeni kameni materijal,
- mješavina prirodnog šljunka i drobljenog kamenog materijala,
- pijesak.

Materijali moraju zadovoljiti dvije glavne skupine zahtjeva:

- zahtjeve za granulometrijski sastav,
- zahtjeve u pogledu fizičko-mehaničkih svojstava zrna. <sup>[2]</sup>

<sup>8</sup> Izvor: S. Dimter, Nastavni materijali, Kolničke konstrukcije

<http://www.gfos.unios.hr/portal/index.php/nastava/studiji/sveucilisni-diplomski-studij-smjer-prometnice/kolnicke-konstrukcije.html> (21.06.2016.)

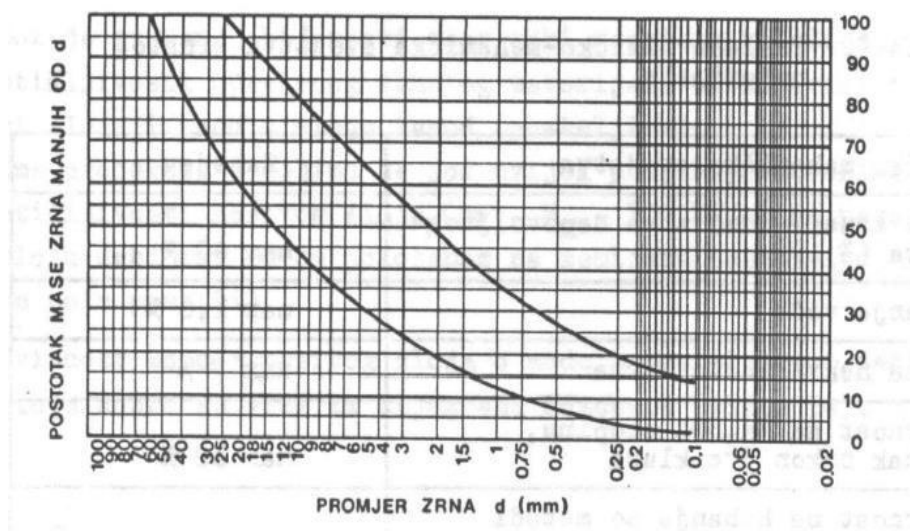


### 3.1.1. Zahtjevi kvalitete za zrnate kamene materijale

#### 3.1.1.1. Granulometrijski sastav

Granulometrijska krivulja zrnatog kamenog materijala se mora nalaziti unutar danih granica od 0,1 do 63 mm. Krivulja mora biti kontinuirana, lomljene, diskontinuirane krivulje ne odgovaraju jer se takav materijal ne da dobro zbiti.

Veća količina sitnih čestica daje zrnatom materijalu sposobnost upijanja vode, pa takvi slojevi nisu sigurni u uvjetima smrzavanja. <sup>[2]</sup>



Slika 2. Granične krivulje za zrnati kameni materijal nevezanih slojeva<sup>9</sup>

Zrnati kameni materijal mora zadovoljavati još i ove granulometrijske uvjete:

- udio zrna manjih od 0,02mm ne smije biti veći od 3%,
- promjer najvećeg zrna ne smije biti veći od polovine debljine sloja, odnosno max 63 mm,
- stupanj neravnomjernosti, kao mjera dobre ugradljivosti materijala, treba biti:

$U = d_{60}/d_{10}$  od 15 do 100 za šljunak, i

$U = d_{60}/d_{10}$  od 15 do 50 za drobljeni kameni materijal,

gdje je:

- $d_{60}$  promjer zrna pri kojem ima 60 % mase,
- $d_{10}$  promjer zrna pri kojem ima 10 % mase.

U pojedinim slučajevima mogu se dopustiti i zrnati materijali s nešto drugačijim sastavima, ako se ostalim ispitivanjima dokaže njihova uporabljivost i ako to odobri nadzorni inženjer. <sup>[2]</sup>

<sup>9</sup> Izvor: S. Dimter, Nastavni materijali, Kolničke konstrukcije

<http://www.gfos.unios.hr/portal/index.php/nastava/studiji/sveucilisni-diplomski-studij-smjer-prometnice/kolnicke-konstrukcije.html> (21.06.2016.)

### ***3.1.1.2. Određivanje organskih tvari***

Uzorak se potopi u otopinu s reagensom, te se nakon određenog vremena boja otopine iznad uzorka uspoređi s bojom standardne otopine. Ako je boja otopine iznad uzorka tamnija od standardne, u uzorku se gravimetrijski određuje udio organskih tvari i lakih čestica.

### ***3.1.1.3. Udio organskih tvari i lakih čestica***

Zrnati materijal ne smije sadržavati više od 2% organskih tvari i lakih čestica, kao što su drveni ostaci, korijenje, čestice ugljena i sl.

### ***3.1.1.4. Optimalna vlaga i maksimalna suha prostorna masa***

Uzorak zrnatog kamenog materijala zbija se energijom modificiranog Proctorovog postupka ( $2,66 \text{ MN m/m}^3$ ). Rezultat ispitivanja je optimalna vlaga, tj. ona količina vode u uzorku koja omogućuje maksimalnu zbijenost materijala uz navedenu energiju, pri kojoj se dobiva maksimalna suha prostorna masa. Ugradnja zrnatog kamenog materijala u nosivi sloj najbolja je pri optimalnoj vlazi. Maksimalna suha prostorna masa po modificiranom Proctorovu postupku ovisi o mineraloško - petrografskom sastavu materijala i njegovu granulometrijskom sastavu, a koristi se kao parametar pri određivanju stupnja zbijenosti ugrađenog sloja.

### ***3.1.1.5. Kalifornijski indeks nosivosti - CBR***

Nosivost sloja ocjenjuje se na temelju laboratorijski određenog kalifornijskog indeksa nosivosti - CBR. CBR se određuje na pokusnim tijelima zbijenim uz optimalnu vlagu prema normi HRN U.B1.042. Zahtjevi za nosivost zrnatog kamenog materijala, izraženi kao kalifornijski indeks nosivosti – CBR, su:

- za prirodni šljunka ili mješavinu šljunka s manje od 50 % drobljenog kamenog materijala, najmanje 40 %,
- za drobljeni kameni materijal ili mješavinu prirodnog šljunka s više od 50 % drobljenog kamenog materijala, najmanje 80 %.

### 3.1.1.6. Fizičko-mehanička svojstva

**Tablica 2. Tražena fizičko-mehanička svojstva zrnatog materijala za izradu nosivog sloja bez veziva<sup>[3]</sup>**

Fizičko-mehanička svojstva	Zahtjev
Udio zrna nepovoljnog oblika	Max 40%
Upijanje vode	Max 1,6%
Trošna nekvalitetna zrna	Max 7%
Otpornost na Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> otopinu	Max 12%
Otpornost na habanje	Max 45%

Na temelju provedene kontrole kakvoće u ovlaštenom laboratoriju izdaje se izvještaj o pogodnosti zrnatog kamenog materijala za izradu nosivog sloja bez veziva. Izvještaj pogodnosti materijala potvrđuje mogućnost proizvođača da od sirovine, s postrojenjem koje posjeduje, proizvede pogodan materijal za izradu nosivog sloja. Izvještaj također potvrđuje da već proizvedena određena količina materijala odgovara zahtjevima kakvoće. Ako dođe do bitne promjene granulometrijskog sastava u smislu odstupanja od graničnog područja ili lokacije nalazišta, naručitelj izvještaja mora pribaviti novu dokumentaciju o kakvoći novog materijala.

Ispitivanje pogodnosti provodi se na reprezentativnim uzorcima u čijem uzorkovanju obavezno sudjeluju predstavnici ovlaštenog laboratorija i naručitelja izvještaja.

Ukoliko dođe do bitne promjene svojstava zrnatog materijala zbog promjene stijenske mase u kamenolomu, ili zbog promjene u tehnologiji proizvodnje zrnatog kamenog materijala, kao i do bitne promjene granulometrijskog sastava sedimentnog kamenog materijala ili promjene lokacije nalazišta, naručitelj izvještaja treba pribaviti dokumentaciju o kakvoći novog materijala i predati ju nadzornom inženjeru. Izvještaj o pogodnosti materijala se u originalu predaje nadzornom inženjeru, a vrijedi najviše godinu dana.

### 3.1.2. Zahtjevi kvalitete

Završeni sloj od nevezanog materijala mora zadovoljavati određene uvjete kao što su:

- zbijenost,
- nosivost,
- geometrijski elementi.

**Tablica 3. Zahtjevi za ugrađeni nosivi sloj od zrnatog kamenog materijala bez veziva<sup>[3]</sup>**

Slojevi koji dolaze iznad nosivog sloja od mehanički zbijenog zrnatog kamenog materijala	Modul stišljivosti $M_s$ ( $\text{MN}/\text{M}^2$ ) (min.)	Stupanj zbijenosti $S_z$ (%) (min.)
Asfaltni zastor, bitumenizirani nosivi sloj i nosivi sloj stabiliziran hidrauličkim vezivom ukupne debljine > 40 cm	50	95
Asfaltni zastor, bitumenizirani nosivi sloj ukupne debljine > 15 cm ili asfaltni zastor i nosivi sloj stabiliziran hidrauličkim vezivom debljine od 30 cm do 40 cm	80	98
Asfaltni zastor i bitumenizirani nosivi sloj ukupne debljine < 15 cm	100	100

Za granulometrijske elemente traži se ostvarenje projektnih kota i određena ravnost (do 2 cm odstupanje, mjeri se letvom duljine 4 m). Visinski položaj izvedenog sloja provjerava se geodetskim snimanjem na mjestima ispod rubova kolnika, te sredine kolnika, a odstupanja mogu biti najviše  $\pm 15$  mm.

Uz odobrenje nadzornog inženjera, odstupanja na niže mogu biti do najviše 30 mm, s time da se za visinu odstupanja izvede nadomjestak sljedećim slojem na trošak izvođača.

Nagib mora biti jednak poprečnom i uzdužnom nagibu projektirane površine. Odstupanja ne smiju biti veća od  $\pm 0,4$  % apsolutno od nagiba zadanog projektom.

#### 3.1.2.1. Zbijenost

Zbijenost se određuje ispitivanjem suhe prostorne mase sloja „in situ“ (volumetarska metoda) i njenom usporedbom s maksimalnom suhom prostornom masom koja je određena na istovrsnom materijalu u laboratoriju po modificiranom Proctoru. Stupanj zbijenosti ovisi o debljini i namjeni sloja, a mora biti 98-100%.

#### 3.1.2.2. Ispitivanje volumetrom

Ispitivanje tla volumetrom je terenski pokus kojim se određuje gustoća tla. Mjerenje gustoće tla ovim pokusom korisno je ukoliko se radi o sitnozrnatim materijalima, dok je izvođenje pokusa u krupnozrnatim materijalima teško ili ako se radi o kamenim materijalima, praktički nemoguće. Pokus se izvodi na način da se u tlu iskopa rupa propisanim načinom, najčešće je to utiskivanje cilindra i taj se uzorak spremi u zatvorenu posudu, te se kasnije laboratorijski

obrađuje. Volumen iskopanog tla mjeri se utiskivanjem fleksibilne gumene membrane u jamu koja pod tlakom vode koji se regulira potiskivanjem cilindra iznad jame dobro prione uz stjenke iskopa i zapuni iskopani volumen tla. Promjena razine vode u cilindru, potrebne da se ispuni volumen iskopanog tla, očitava se na skali rezervoara vode. Uzorak iskopanog tla koji se spremi u laboratorij izvaže se i izmjeri mu se vlažnost, te se jednostavno odredi gustoća tla. Volumen uzorka je ograničen do približno 2l. Također uređaj se mora redovito kalibrirati u laboratoriju kako bi rezultati bili što precizniji.

### ***3.1.2.3.Modificirani Proctor***

Za ovaj pokus se mora pripremiti po pet uzoraka od istog materijala, ali različite vlažnosti. Vlažnost se mora razlikovati za približno 2%. Zbijanje se vrši u većem cilindru, volumena  $2114 \text{ cm}^3$ . Bat mase 4,5 kg pada s visine 42,5 cm. Zbijanje uzorka se vrši u pet slojeva sa po 55 udaraca na svaki sloj.

Nosivost se određuje pokusom pomoću kružne ploče  $\Phi 30 \text{ cm}$ , rezultat pokusa je modul stišljivosti  $M_s$ .

### ***3.1.2.4.Ispitivanje kružnom pločom***

Kod ispitivanja kružnom pločom potrebno je da materijal na kojem će se izvesti ispitivanje ima optimalnu vlažnost kako se ne bi dobili netočni rezultati. Iz tog se razloga prije početka ispitivanja određuje vlažnost ispitivane podloge, a površina na mjestu ispitivanja mora biti potpuno ravna i zaštićena od utjecaja vlaženja i sušenja. Na takvo pripremljeno mjesto postavlja se kružna ploča i pomoću libele se namjesti da leži horizontalno. Ploča se najprije opterećuje s  $0,02 \text{ MN/m}^2$ . To se opterećenje zadržava jednu minutu i nakon toga se rastereti. Prvo opterećenje iznosi  $0,05 \text{ MN/m}^2$  i nakon što je ono postignuto s obzirom na proteklo vrijeme očitava se slijeganje ploče. Slijeganje se očitava svake minute, sve dok razlika očitanih slijeganja u posljednje dvije minute, ne bude manja od 0,05 mm. Nakon toga se opterećenje povećava, svaki puta za  $0,05 \text{ MN/m}^2$ , sve do maksimalnog opterećenja od  $0,45 \text{ MN/m}^2$ . Rezultati se prikazuju grafički.

### ***3.1.3.Kontrola kvalitete izvedbe***

Kontrola kvalitete obuhvaćena je prethodnim, tekućim i kontrolnim ispitivanjem.

#### ***3.1.3.1. Prethodna ispitivanja***

Prethodno ispitivanje vrši se u laboratoriju i dobivene karakteristike se uspoređuju s traženim zahtjevima. Zbog promjenjivosti prirodnih nalazišta treba se uspostaviti stalna prethodna kontrola osnovnih svojstava, a pri većim promjenama ponavljaju se kompletna prethodna ispitivanja. Nakon toga se izdaje nalaz o kvaliteti materijala.

### **3.1.3.2. Tekuća ispitivanja**

Tekuća ispitivanja obavlja izvođač, preko svog ovlaštenog laboratorija, ili ako ga ne posjeduje, preko drugog ovlaštenog laboratorija. Ta ispitivanja služe za ocjenu kakvoće izvedenog sloja, na osnovi čega se pristupa kontrolnim ispitivanjima.

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju:

- ispitivanje modula stišljivosti kružnom pločom promjera 300 mm na svakih 500m<sup>2</sup>, ili
- stupanj zbijenosti volumetrom u odnosu na maksimalnu zbijenost po modificiranom Proctorovu postupku, najmanje na svakih 500 m<sup>2</sup>, ili
- nuklearni denzimetar, najmanje na svakih 500 m<sup>2</sup>, ili
- ispitivanje modula stišljivosti kružnom pločom promjera 300 mm i stupnja zbijenosti volumetrom u odnosu na maksimalnu zbijenost po modificiranom Proctorovu postupku, ili denzimetrom, najmanje na svakih 1000 m<sup>2</sup>,
- ispitivanje granulometrijskog sastava, najmanje na svakih 3000 m<sup>2</sup>,
- ispitivanje ravnosti površine sloja letvom duljine 4 m, na svakom poprečnom profilu ili prema zahtjevu nadzornog inženjera,
- ispitivanje sloja po visini, položaju i nagibu geodetskim snimanjem.

Po obavljenim tekućim ispitivanjima, izvođač radova rezultate ispitivanja dostavlja nadzornom inženjeru. Po završetku radova rezultati ispitivanja u okviru tekućih ispitivanja prikazuju se u pisanom izvještaju. <sup>[2]</sup>

### **3.1.3.3. Kontrolna ispitivanja**

Kontrolna ispitivanja obavlja investitor, rezultati služe za prijem rada. Vrste ispitivanja su kao kod tekućih ali im je gustoća manja. Na dva tekuća ispitivanja dolazi jedno kontrolno ispitivanje.

## **3.2. Nosivi sloj od zrnatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivom**

Za izradu nosivog sloja od zrnatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivima primjenjuju se:

- zrnati kameni materijali (prirodni pjeskoviti šljunak, drobljeni kameni materijal, pijesak),
- cement,
- voda.



Slika 3. Stabilizirani nosivi slojevi<sup>10</sup>

Materijali za izradu nosivog sloja od znatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivima se uzorkuju sukladno uvjetima norme HRN U.E9.024.

### 3.2.1. Laboratorijska ispitivanja

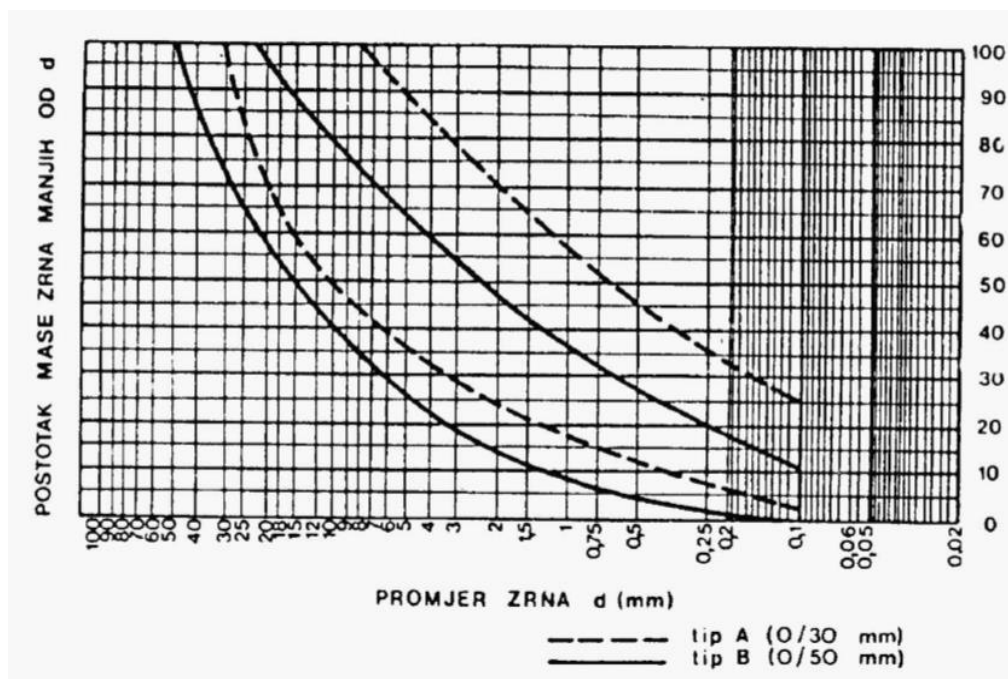
Prema Općim tehničkim uvjetima u laboratoriju se ispituju sljedeća svojstva znatog kamenog materijala:

- vlažnost prema normi HRN B.B8.035
- prostorna masa i upijanje vode prema normi HRN B.B8.031
- oblik zrna kamenih agregata prema normi HRN B.B8.048
- određivanje slabih zrna prema normi HRN B.B8.037
- postojanost prema smrzavanju natrijevim sulfatom prema normi HRN B.B8.044
- otpornost prirodnog i drobljenog agregata na drobljenje i habanje postupkom "Los Angeles" prema normi HRN B.B8.045
- prostorne mase prema normi HRN U.B1.016
- granulometrijski sastav prema normi HRN U.B1.018
- gustoća prema normi HRN B.B1.014
- određivanje sagorljivih i organskih tvari prema normi HRN U.B1.024
- kemijsko ispitivanje agregata za beton prema normi HRN B.B8.042
- optimalni udio vode cementom stabiliziranog tla prema normi HRN U.B1.048
- izrada nosivih slojeva kolničkih konstrukcija cesta od materijala stabiliziranih cementom i sličnim hidrauličnim vezivima prema normi HRN U.E9.024 [2].

Kontrola kakvoće znatog kamenog materijala provodi se ispitivanjem u ovlaštenom laboratoriju.

<sup>10</sup> Izvor: S. Dimter, Nastavni materijali, Kolničke konstrukcije  
<http://www.gfos.unios.hr/portal/index.php/nastava/studiji/sveucilisni-diplomski-studij-smjer-prometnice/kolnicke-konstrukcije.html> (21.06.2016.)

### 3.2.2. Granulometrijski sastav



**Slika 4. Granične krivulje za zrnati materijal cementom stabiliziranih nosivih slojeva<sup>11</sup>**

Granulometrijska krivulja znatog kamenog materijala za ovaj sloj mora se nalaziti unutar granica od 0,1 do 50 mm.

Kakvoća materijala mora biti takva da osigurava zahtijevanu nosivost kolnika tijekom ukupnog projektiranog vijeka trajanja ceste.

### 3.2.3. Udio organskih tvari i lakih čestica

Zrnati materijal ne smije sadržavati više od 2% organskih tvari i lakih čestica, kao što su komadi drveta, korijenje, čestice ugljena i sl.

### 3.2.4. Optimalna vlaga i maksimalna suha prostorna masa s dodatkom veziva

Uzorak znatog kamenog materijala uz dodatak približno očekivane količine hidrauličnog veziva zbija se energijom modificiranog Proctorova postupka ( $2,66 \text{ MNm/m}^3$ ). Rezultat ispitivanja je količina vode u uzorku koja omogućuje maksimalnu zbijenost stabilizacijske mješavine uz navedenu energiju, a koja je dostatna i za hidrataciju veziva. Stabilizacijska

<sup>11</sup> Izvor: S. Dimter, Nastavni materijali, Kolničke konstrukcije  
<http://www.gfos.unios.hr/portal/index.php/nastava/studiji/sveucilisni-diplomski-studij-smjer-prometnice/kolnicke-konstrukcije.html> (21.06.2016.)



mješavina od zrnatog kamenog materijala ugrađuje se u nosivi sloj pri optimalnoj vlazi, ili pri optimalnoj vlazi uvećanoj do 1 %.

Maksimalna suha prostorna masa dobivena po modificiranom Proctorovu postupku

Koristi se kao parametar pri određivanju stupnja zbijenosti ugrađenog zrnatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivima u nosivi sloj.

### **3.2.5.Fizičko-mehanička svojstva**

Prirodni šljunak i drobljeni kameni materijal moraju zadovoljavati zahtjeve iz tablice 2.

Poziv na: Tablicu 2. Tražena fizičko-mehanička svojstva zrnatog materijala za izradu nosivog sloja bez veziva.

### **3.3.Zahtjevi kvalitete za hidraulično vezivo**

Kao vezivo upotrebljava se čisti portlandski cement, portlandski cement s dodatkom pucolana ili zgure i metalurški cement klase 25, 35 i 45.

Za stabiliziranje nosivih slojeva mogu se upotrijebiti i druga slična hidraulična veziva kao što su leteći pepeo, mljevena zgura, pucolani i sl., ako se laboratorijskim ispitivanjima utvrdi njihova uporabljivost, te ukoliko ovlašteni laboratorij odredi uvjete za primjenu.

Na svim uzorcima veziva ispituju se:

- standardna konzistencija,
- vrijeme vezivanja,
- postojanost zapremine,
- ostatak na situ 4900 otvora/cm<sup>2</sup>,
- tlačna čvrstoća (za cement klase 25 i 35 nakon 7 i 28 dana, a za cement klase 45 nakon 3 i 28 dana).<sup>[3]</sup>

#### **3.3.1.Zahtjevi kvalitete za vodu**

Za izradu nosivih slojeva stabiliziranih hidrauličnim vezivima može se upotrijebiti voda koja ispunjava uvjete da je:

- pH-vrijednost veća od 6.0,
- udio sulfata (SO<sub>3</sub>) manji od 2700 mg/l vode,
- udio klorid iona (Cl-I) manji od 300 mg/l vode,
- pokazatelj organskih tvari (humusne kiseline, šećeri i dr.) izražen kao utrošak kalijeva permanganata (KMnO<sub>4</sub>) po metodi oksidacije manji od 200 mg/l vode,
- ukupna količina soli, izražena kao suhi ostatak, manja od 5000 mg/l vode.

Pitka voda ili voda iz vodovoda može se upotrijebiti bez ispitivanja.<sup>[3]</sup>

### 3.3.2. Zahtjevi kvalitete za stabilizacijsku mješavinu

Prema OTU na stabilizacijskoj mješavini ispituju se:

- određivanje tlačne čvrstoće pri jednoaksijalnoj kompresiji prema normi EN 13286-41,
- ispitivanja otpornosti cementom stabiliziranog tla na smrzavanje prema normi HRN.U.B1.050.

**Tablica 4. Tražena tlačna čvrstoća stabilizacijskih mješavina<sup>[3]</sup>**

Sloj	Tlačna čvrstoća nakon 7 dana (MN/m <sup>2</sup> )	Tlačna čvrstoća nakon 28 dana (MN/m <sup>2</sup> )
Nosivi sloj kolničke konstrukcije autocesta i cesta vrlo teškog prometnog opterećenja	od 2,0 do 5,5	od 3,0 do 6,0
Nosivi sloj kolničke konstrukcije cesta teškog i srednje teškog prometnog opterećenja	od 1,5 do 5,5	od 2,5 do 6,0

### 3.3.3. Zahtjevi kvalitete za ugrađeni nosivi sloj stabiliziran hidrauličnim vezivom

Ugrađeni nosivi sloj stabiliziran hidrauličnim vezivom mora zadovoljavati zahtjeve kakvoće u pogledu stupnja zbijenosti, ravnosti površine, debljine sloja, homogenosti pri ostvarenoj zbijenosti, te visine, položaja i nagiba sloja.

Stupanj zbijenosti sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom mora biti najmanje 98%.

Ravnost površine mjeri se kao odstupanje površine sloja od letve duljine 4 m. Odstupanje od letve smije biti najviše 1,5 cm.

Debljina sloja određena je projektom. Nosivi sloj stabiliziran hidrauličnim vezivom izvodi se jednoslojno u debljini od 15 cm do 30 cm. U slučaju da je potrebna debljina tog nosivog sloja veća od 30 cm, sloj se izvodi u dvije ili više faza, kako je to slučaj kod izravnavajućih nosivih slojeva. Odstupanje debljine ugrađenog sloja, od projektirane, ne smije biti veće od  $\pm 1,5$  cm.

Sloj mora imati potrebnu homogenost pri ostvarenoj zbijenosti.

Nosivi sloj stabiliziran hidrauličnim vezivom smatra se homogenim ako je koeficijent varijacije mjerenja zbijenosti ugrađenog sloja manji od 3%.

Visinski položaj izvedenog sloja provjerava se geodetskim snimanjem na mjestima ispod rubova kolnika, te sredine kolnika, a odstupanja mogu biti najviše  $\pm 1,5$  cm.

Nagib mora biti jednak poprečnom i uzdužnom nagibu projektirane površine.

Odstupanja ne smiju biti veća od  $\pm 0,4 \%$  od nagiba zadanog projektom. <sup>[3]</sup>

### **3.3.4.Osiguranje kvalitete materijala i radova**

Pod osiguranjem kvalitete radova na cementnoj stabilizaciji podrazumijeva se niz postupaka čiji je konačni cilj dobivanje kvalitetnog nosivog sloja u kolničkoj konstrukciji stabiliziranog hidrauličnim vezivom.

Prema OTU razlikuju se tri vrste aktivnosti:

- aktivnosti prije početka izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom,
- ispitivanja tijekom izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom,
- postupci nakon izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom.

Postupci prije početka izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom uključuju:

- prethodno ispitivanje svih sastavnih materijala s ocjenom pogodnosti,
- izradu prethodnog sastava stabilizacijske mješavine,
- prenošenje prethodnog sastava stabilizacijske mješavine na postrojenje za miješanje,
- izradu dokaznog radnog sastava,
- izradu pokusne dionice.

Sve ove postupke provodi ovlašteni laboratorij, a izvođač o svom trošku mora osigurati njihovo provođenje. Nadzorni inženjer treba na temelju prethodnih ispitivanja, prije početka radova, odobriti izradu nosivog sloja. <sup>[3]</sup>

#### **3.3.4.1.Prethodna ispitivanja**

Prethodno ispitivanje materijala služi kao dokaz upotrebljivosti tog materijala za određenu namjenu. Ukoliko se prethodnim ispitivanjem ustanovi pogodnost sastavnih materijala pristupa se izradi prethodnog sastava.

Izrada prethodnog sastava stabilizacijske mješavine za izradu nosivog sloja od zrnatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivom mora biti sukladna sa propisima.

Prethodni sastav je potrebno prenijeti na postrojenje za proizvodnju stabilizacijske mješavine. Pri tome treba ustanoviti točne odnose doziranja masa zrnatog kamenog materijala ili mješavine frakcija zrnatog kamenog materijala, veziva i vode. U obzir se uzima postojeća vlažnost zrnatog materijala, tako da se dodaje samo razlika vode koja je potrebna da vlažnost mješavine bude optimalna.

Pokusna proizvodnja mora biti u takvoj količini da osigura ujednačenost sastava. Uzorci se uzimaju netom proizvedene stabilizacijske mješavine na kojima se ispituje odgovaraju li svojstva traženim zahtjevima. Ispituju se najmanje tri uzorka mješavine. <sup>[3]</sup>

Ispituje se:

- granulometrijski sastav i
- tlačna čvrstoća na ispitnim tijelima izrađenim od svježe stabilizacijske mješavine.

Na najmanje tri uzorka proizvedene stabilizacijske mješavine iz pokusne proizvodnje ispituje se tlačna čvrstoća nakon 7 dana i granulometrijski sastav znatog kamenog materijala. Kada se ustanovi zadovoljavajuća podudarnost s prethodnim sastavom, dokazni radni sastav se u pisanom obliku dostavlja nadzornom inženjeru radi dobivanja suglasnosti za rad. Ako podudarnost ne zadovoljava, obavljaju se korekcije sastava sve dok se ne postignu zadovoljavajući rezultati. U tijeku proizvodnje stabilizacijske mješavine izvođač mora stalno održavati dokazni radni sastav na postrojenju.

Ukoliko ne postoje provjerena iskustva o postizanju tražene kvalitete stabiliziranog nosivog sloja za određeni sastav stabilizacijske mješavine i određenu tehnologiju razastiranja i zbijanja, potrebno je način rada odrediti na pokusnoj dionici.

Pokusna dionica mora imati površinu od najmanje 600 m<sup>2</sup> i po mogućnosti treba sadržavati barem jedan uzdužni i jedan poprečni spoj. Zbijenost se ispituje na svježe ugrađenom sloju, dok još nije došlo do vezivanja, na najmanje četiri mjesta za svaku pojedinu fazu rada sredstava za zbijanje. Na tim se mjestima ispituje i granulometrijski sastav.

Najmanje na dva mjesta ispituje se i tlačna čvrstoća nakon 7 dana na ispitnim tijelima izrađenim od svježe stabilizacijske mješavine. Nakon što je ustanovljen način rada i režim rada strojeva za zbijanje, koji daje zadovoljavajuće rezultate, dokumentacija se predaje nadzornom inženjeru radi dobivanja suglasnosti za rad.<sup>[3]</sup>

Ispitivanja koja se obavljaju tijekom izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom su:

- tekuća ispitivanja i
- kontrolna ispitivanja.

#### **3.3.4.2. Tekuća ispitivanja**

Minimalna tekuća ispitivanja tijekom rada koja obavlja izvođač su:

- ispitivanje stupnja zbijenosti svježe ugrađenoga sloja na svakih 500 m<sup>2</sup> (u odnosu na zbijenost po modificiranom Proctorovu postupku),
- ispitivanje granulometrijskog sastava znatog kamenog materijala na svakih 3000 m<sup>2</sup>,
- ispitivanje osnovnih parametara koji određuju kvalitetu veziva na svakih 100 t veziva,
- ispitivanje tlačne čvrstoće na ispitnim tijelima izrađenim od svježe stabilizacijske mješavine na svaki 1000 m<sup>2</sup>,
- stalna kontrola ravnosti, točnosti profila i debljine ugrađenog sloja na svakom poprečnom profilu ili prema odluci nadzornog inženjera.<sup>[3]</sup>

Neposredno po obavljenim tekućim ispitivanjima, izvođač radova rezultate ispitivanja dostavlja nadzornom inženjeru.

#### **3.3.4.3. Kontrolna ispitivanja**

Minimalna kontrolna ispitivanja tijekom rada koja obavlja investitor su:

- ispitivanje tlačne čvrstoće na pokusnim tijelima izrađenim od svježe stabilizacijske mješavine na svakih 3000 m<sup>2</sup>,
- kontrola debljine sloja, ispravnosti profila i ravnosti površine na svakih 3000 m<sup>2</sup>,
- ispitivanje stupnja zbijenostina svakih 2500 m<sup>2</sup> u odnosu na zbijenost po modificiranom Proctorovu postupku,
- stalna kontrola ravnosti, točnosti profila i debljine ugrađenog sloja na svakom poprečnom profilu ili prema odluci nadzornog inženjera.<sup>[3]</sup>

Po obavljenim kontrolnim ispitivanjima rezultati ispitivanja u pisanom obliku dostavljaju se nadzornom inženjeru.

#### ***3.3.4.4. Postupci nakon izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom***

Nakon izrade nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom svi su postupci usmjereni na njegovanje i održavanje sloja. Po toplom vremenu treba obratiti pažnju na gubitak vlage iz sloja. Za nastavak hidratacije veziva i očvršćivanje sloja nužno je zadržati dovoljno vlage u sloju. To se postiže redovitim prskanjem sloja vodom. Prskanje treba provoditi tako da se ne oštećuje površina ugrađenog sloja, a sloj treba održavati vlažnim najmanje sedam dana nakon ugradnje. Po izrađenom sloju ne smije se sedam dana odvijati promet, niti se smiju raditi sljedeći slojevi kolničke konstrukcije. Uz odobrenje nadzornog inženjera ovaj se rok može skratiti, ali prethodno mora biti laboratorijskim ispitivanjima dokazano da je u sloju postignuta zahtijevana kvaliteta. Po hladnom vremenu ugrađeni sloj treba zaštititi od smrzavanja nanošenjem pogodnog zastora, tj. nakon sedam dana ugradnjom sljedećeg sloja kolničke konstrukcije. Prije ugradnje sljedećeg sloja kolničke konstrukcije s površine nosivog sloja stabiliziranog hidrauličnim vezivom treba ukloniti sav nevezani materijal ispuhivanjem komprimiranim zrakom ili četkanjem mehaničkom četkom.<sup>[3]</sup>

## **4.Bitumenski međusloj za sljepljivanje bitumeniziranog nosivog sloja sa slojem izrađenim na bazi hidrauličkih veziva**

Bitumenski međusloj za međusobno sljepljivanje bitumeniziranih nosivih slojeva sa slojem izrađenim na bazi hidrauličkih veziva je tanki sloj bitumena koji se dobiva od bitumenske emulzije prskanjem. Izvodi se u okviru pripreme podloga za izvedbu bitumeniziranih nosivih slojeva kolničke konstrukcije.

Sloj izrađen na bazi hidrauličnih veziva prska se polustabilnom anionskom ili kationskom bitumenskom emulzijom, ovisno od vremenskih uvjeta.

Sloj izrađen na bazi hidrauličnih veziva treba poprskati bitumenskom emulzijom u količini od najmanje  $0,5 \text{ kg/m}^2$  najmanje 24 sata prije polaganja asfaltnog sloja. Prskanje bitumenskom emulzijom provodi se isključivo motornim prskalicama, koje omogućuju jednoliku raspodjelu bitumenske emulzije po površini. Ručno prskanje nije dopušteno, izuzev na mjestima koja nisu dostupna motornoj prskalici i uz suglasnost nadzornog inženjera. Prije početka prskanja bitumenskom emulzijom, površina sloja izrađenog na bazi hidrauličnih veziva mora biti čista, suha ili prirodno vlažna. Prskanje sloja izrađenog na bazi hidrauličnih veziva bitumenskom emulzijom nije dopušteno za vrijeme kiše, odnosno pri relativnoj vlažnosti zraka većoj od 75 % i pri temperaturi zraka i podloge nižoj od  $5^\circ\text{C}$ .

### **4.1.Kontrola kvalitete**

#### **4.1.1.Tekuća ispitivanja**

Tijekom izvedbe bitumeniziranog sloja, izvođač mora provoditi tekuća ispitivanja bitumenske emulzije sukladno potpoglavlju 8.2.2.1., u poglavlju 8 ovog rada.

#### **4.1.2. Kontrolna ispitivanja**

Tijekom izvedbe bitumeniziranog sloja, kontrolna se ispitivanja bitumenske emulzije provode sukladno potpoglavlju 8.2.2.2., poglavlju 8 ovog rada.

## 5.Bitumenizirani nosivi sloj (BNS)

Bitumenizirani nosivi sloj (BNS) jeste nosivi sloj u kolničkoj konstrukciji izrađen od mješavine kamenog brašna, kamenog materijala do najveće nominalne veličine zrna 32 mm i bitumena kao veziva, proizveden i ugrađen po vrućem postupku.

BNS se dijeli prema:

- nazivnoj veličini najvećega zrna kamenog materijala,
- vrsti kamenog materijala,
- granulometrijskom sastavu kamene smjese asfaltne mješavine.

Prema nazivnoj veličini najvećega zrna kamenog materijala, BNS se dijeli na:

- BNS 16
- BNS 22
- BNS 32.

Prema vrsti kamenog materijala BNS se dijeli na:

- BNS A - izrađen na bazi drobljene kamene sitneži uz dodatak kamenog brašna,
- BNS B - izrađen na bazi separiranog ili djelomično separiranog drobljenog kamenog materijala, uz korekciju sastava dodatkom pijeska i/ili kamenog brašna (prema potrebi), ili separiranog prirodnog nevezanog kamenog materijala uz dodatak najmanje 30 %(m/m) kamene smjese drobljenog zrna iznad 4 mm i/ili kamenog brašna (prema potrebi) i
- BNS C - izrađen na bazi separiranog prirodnog nevezanog kamenog materijala, uz korekciju sastava dodatkom pijeska i/ili kamenog brašna (prema potrebi).

Prema granulometrijskom sastavu kamene smjese, BNS se dijeli na:

- BNS 22, - širega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese,
- BNS 22s, - užega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese,
- BNS 32, - širega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese i
- BNS 32s, - užega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese.

Sastavni materijali BNS-a su:

- kamena sitnež
- separirani i djelomično separirani zrnati kameni materijal
- pijesak

Sastavni materijali i uvjeti kakvoće pojedinih, detaljno su opisani u poglavlju 7 ovog rada.

## **5.1.Cestograđevni bitumen**

U posebnim slučajevima, za BNS se primjenjuje i polimerom modificirani bitumen ili cestograđevni bitumen s dodacima prirodnog bitumena ili polimernih dodataka, koji se primjenjuju u samom procesu umješavanja asfaltne mješavine na asfaltnom postrojenju.

### **5.1.1.Laboratorijska ispitivanja**

Bitumen se uzorkuje prema normi HRN B.H8.610 ili EN 58, a za ispitivanje priprema prema normi HRN EN 12591.

Prema OTU kakvoća cestograđevnog bitumena provjerava se ispitivanjem:

- penetracija HRN EN 1462
- točka razmekšanja (PK) HRN EN 1427
- indeks penetracije HRN B.H8.614 ili EN 12591
- duktilnost HRN B.H8.615
- točka loma po Fraassu HRN EN 12593
- gustoća HRN EN ISO 3838
- promjena svojstava grijanjem na 163 °C HRN EN 12607-1
- parafinski broj HRN EN 12606-1
- dinamička viskoznost HRN B.H8.620 ili EN 12596
- kinematička viskoznost HRN B.H8.621 ili EN 12595
- plamište ISO 2592
- udio topljivih sastojak HRN EN 12592

### **5.1.2. Uvjeti kvalitete**

Cestograđevni bitumeni podijeljeni su u vrste prema vrijednosti penetracije i moraju zadovoljiti zahtjeve kakvoće koji su propisani normom HRN EN 12591.

## **5.2.Polimerom modificirani bitumen (PmB)**

Za spravljanje asfaltnih mješavina povećane otpornosti na deformacije, tj. povećane fleksibilnosti na nižim eksploatacijskim temperaturama, upotrebljava se modificirani bitumen.

### **5.2.1.Laboratorijska ispitivanja**

Polimerom modificirani bitumen uzorkuje se prema normi EN 58, a za ispitivanje priprema prema normi HRN EN 12594.



Prema OTU kakvoća polimerom modificiranog bitumena provjerava se ispitivanjem:

- penetracija HRN EN 1426
- točka razmekšanja (PK) HRN EN 1427
- točka loma po Fraassu HRN EN 12593
- elastični povrat EN 13398
- gustoća HRN EN ISO 3838
- stabilnost pri skladištenju EN 13399
- plamište ISO 2592
- promjena svojstava nakon starenja HRN EN 12607-1 ili HRN EN 12607-3

### 5.2.2. Uvjeti kvalitete

**Tablica 5. Uvjeti kvalitete polimerom modificiranog bitumena<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Vrsta bitumena				
	PmB 70/100-48	PmB 50/70-53	PmB 50/70-65	PmB 30/50-58	PmB 10/40-63
Penetracija na 25°C, u rasponu, mm/10	70 do 100	50 do 70	50 do 70	30 do 30	10 do 40
Točka razmekšanja po PK, najmanje, °C	48	53	65	58	63
Točka loma po Frassu, najviše, °C	-18	-15	-15	-10	-5
Elastični povrat* na 25°C, najmanje, %	50	60	75	50	50
Stabilnost pri skladištenju, razlika točke razmekšanja po PK, najviše, °C	5	5	5	5	5

\* vrijedi za elastomerom modificirani bitumen

Sve vrste polimerom modificiranog bitumena moraju imati dobru prionljivost za kameni materijal (100/95 prema normi HRN U.M8.096), te plamište iznad 235 °C (norma ISO 2592).

U posebnim slučajevima dopuštena je primjena i drugih vrsta polimerima modificiranog bitumena svojstava deklariranih normom EN 14023.

### 5.3. Bitumenska emulzija za sljepljivanje slojeva

Bitumenska emulzija se upotrebljava za sljepljivanje asfaltnih slojeva međusobno ili za sljepljivanje asfaltnog sloja s bilo kojom drugom podlogom. Nanosi se prskanjem u jednolikom sloju na suhu i čistu površinu. Količina emulzije ovisi o stanju površine podloge s obzirom na vrstu i teksturu. Ovisno o vrsti kamenog materijala u podlozi, upotrebljava se polustabilna anionska ili kationska bitumenska emulzija, s najmanje 55 %(*m/m*) bitumena. Za poboljšanje povezanosti asfaltnih slojeva može se upotrijebiti i kationska polimerna bitumenska emulzija. Polimerna bitumenska kationska emulzija upotrebljava se obvezno pri prskanju podloge na koju se polaže asfaltna mješavina načinjena na bazi polimerom modificiranog bitumena.

#### 5.3.1. Laboratorijska ispitivanja

Način uzimanja, količina i broj uzoraka definirani su normom HRN U.M3.020.

Prema OTU na bitumenskoj emulziji ispituju se sljedeća svojstva:

- viskoznost HRN U.M3.100 ili EN 12846
- udio veziva HRN U.M3.020 ili EN 1428
- stupanj stabilnosti HRN U.M3.020 ili EN 13075-1
- homogenost HRN U.M3.020 ili EN 1429
- postojanost pri skladištenju bitumenskog filma pod vodom HRN U.M3.020 ili EN 1429 HRN U.M3.020 ili EN 13614-2

#### 5.3.2. Uvjeti kvalitete

Anionska bitumenska emulzija mora odgovarati normi HRN U.M3.022, a kationska normi HRN U.M3.024. Za prskanje podloge mogu se koristiti i bitumenske emulzije sukladne zahtjevima kakvoće prema austrijskoj normi ÖNORM 3503.

Kod polimernih emulzija točka razmekšanja izdvojenog veziva mora biti najmanje 27 °C, a elastični povrat veći od 40 %.

## **6.Bitumenizirani nosivo-habajući sloj (BNHS)**

Bitumenizirani nosivo-habajući sloj (BNHS) je nosivi bitumenizirani sloj, prema trajnoj namjeni služi kao habajući sloj. Izrađen je od mješavine kamenog brašna, kamenog materijala do najveće nazivne veličine zrna 22 mm i bitumena kao veziva. Proizvodi se i ugrađuje po vrućem postupku isključivo na cestama namijenjenim za lako ili vrlo lako prometno opterećenje.

BNHS se dijeli prema:

- nazivnoj veličini najvećega zrna kamenog materijala i
- vrsti kamenog materijala.

Prema nazivnoj veličini najvećega zrna kamenog materijala, BNHS se dijeli na:

- BNHS 16 i
- BNHS 22

Prema vrsti kamenog materijala BNHS se dijeli na:

- BNHS A - izrađen na bazi drobljene kamene sitneži uz dodatak kamenog brašna,
- BNHS B - izrađen na bazi separiranog ili djelomično separiranog drobljenog kamenog materijala, uz korekciju sastava dodatkom pijeska i/ili kamenog brašna (prema potrebi), ili separiranog prirodnog nevezanog kamenog materijala uz dodatak najmanje 30 %(m/m) kamene smjese drobljenog zrna iznad 4 mm i/ili kamenog brašna (prema potrebi) i
- BNHS C - izrađen na bazi separiranog prirodnog nevezanog kamenog materijala, uz korekciju sastava dodatkom pijeska i/ili kamenog brašna (prema potrebi).

### **6.1.Kontrola kvaliteteBNHS-a**

#### **6.1.1.Prethodna ispitivanja**

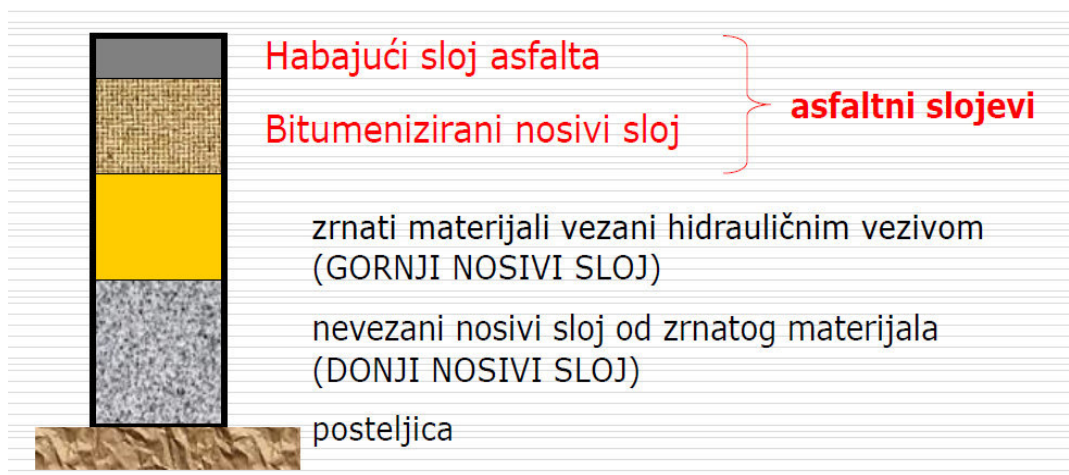
U potpoglavlju 8.2.1., poglavlje 8. ovog rada detaljno su opisane aktivnosti prije početka asfaltnih radova s obzirom na prethodna ispitivanja upotrebljivosti materijala, izradu prethodnih i radnih sastava i izradu pokusne dionice.

#### **6.1.2.Tekuća ispitivanja**

Tekuća ispitivanja sastavnih materijala provode se prema potpoglavlju 8.2.2.1.,poglavlje 8. ovog rada gdje su detaljno opisane aktivnosti tekućih ispitivanja.

## 7. Asfaltni slojevi

Asfaltni slojevi su asfaltne mješavine ugrađene na podlogu na odgovarajući način. Asfaltne mješavine su složeni materijali spravljeni od kamene smjese povezane nekim ugljikovodičnim vezivom.



Slika 5. Slojevi kolničke konstrukcije<sup>12</sup>

Asfaltne mješavine se dijele:

- prema sastavu:
  - otvorene (s većim udjelom šupljina),
  - zatvorene (s manjim udjelom šupljina)
- prema temperaturi pripreme i ugradnje:
  - proizvedene po vrućem postupku pri temperaturama od 135° do 170°C,
  - proizvedene po hladnom postupku pri temperaturama okoline (do 25°C),
  - proizvedene po toplom postupku pri temperaturama do 135°C.
- prema načinu ugradnje:
  - valjani i lijevani asfalti,
  - prefabricirani asfalti.
- prema načinu pripreme:
  - način da se površina koja se želi asfaltirati popraska vezivom na koje se nanosi sloj zrnatog kamenog materijala odgovarajućeg granulometrijskog sastava,

<sup>12</sup> Izvor: S. Dimter, Nastavni materijali, Kolničke konstrukcije  
<http://www.gfos.unios.hr/portal/index.php/nastava/studiji/sveucilisni-diplomski-studij-smjer-prometnice/kolnicke-konstrukcije.html> (21.06.2016.)

- način da se prethodno izmješaju sve komponente asfaltne mješavine u centralnom postrojenju.
- prema namjeni:
  - asfaltne mješavine za nosive slojeve i
  - asfaltne mješavine za habajuće slojeve.

Materijali za izradu asfaltnih mješavina:

- zrnati kameni materijal (agregat: krupni, sitni, miješani, punilo),
- ugljikovodična veziva (bitumen, razrijeđeni bitumen, bitumenska emulzija).

## **7.1.Zrnati kameni materijali**

### **7.1.1.Kamen**

Primjena pojedinih vrsta kamena u asfaltnim slojevima kolničke konstrukcije ovisi o mineraloško-petrografskom sastavu, fizičko-mehaničkim svojstvima i tehnologiji proizvodnje znatih kamenih materijala.

#### **7.1.1.1.Laboratorijska ispitivanja**

Kamen se uzorkuje sukladno uvjetima norme HRN B.B0.001.

Prema OTU na uzorcima kamena ispituju se:

- mineraloško-petrografski sastav HRN B.B8.003 ili HRN EN 12407
- čvrstoća na tlak HRN B.B8.012 ili HRN EN 1926
- otpornost prema habanju brušenjem HRN B.B8.015
- upijanje vode HRN B.B8.010 ili EN 13755
- otpornost kamena na smrzavanje HRN B.B8.001 ili EN 12371
- prostorna masa HRN B.B8.032 ili HRN EN 1936
- gustoća HRN B.B8.032 ili HRN EN 1936
- poroznost HRN B.B8.032 ili HRN EN 1936
- postojanost na djelovanje  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  HRN B.B8.002 ili HRN EN 12370.

### 7.1.1.2. Uvjeti kvalitete

**Tablica 6. Kategorije kvalitete kamena kao sirovine za proizvodnju zrnatog kamenog materijala<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Kategorija I	Kategorija II	Kategorija III	Kategorija IV
Mineraloško-petrografska svojstva	Grupa eruptiva	Grupa eruptiva i karbonata	Grupa karbonata	Grupa karbonata
Tlačna čvrstoća u suhom stanju, najmanje Mpa	160	140	120	120
Otpornost prema habanju, brušenju, najviše $\text{cm}^3/50\text{cm}^2$	12	18	22	25
Upijanje vode, najviše, %(m/m)	0,75	0,75	1,00	1,20
Otpornost na djelovanje mraza	otporan	otporan	otporan	otporan
Otpornost na djelovanje $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , najviše %(m/m)	5	5	5	5

### 7.1.2. Kamena sitnež

Kamena sitnež je zrnati kameni materijal veličine zrna od 2 do 32 mm, separiran na osnovne i/ili međufrakcije.

#### 7.1.2.1. Laboratorijska ispitivanja

Na kamenoj sitneži prema OTU ispituju se:

- granulometrijski sastav HRN B.B8.029 ili EN 933-1
- udio čestica manjih od 0,09 mm HRN B.B8.036
- udio gruda gline HRN B.B8.038
- udio organskih nečistoća HRN U.B1.024
- udio zrna nepovoljnog oblika HRN B.B8.048 ili EN 933-4
- udio trošnih - slabih zrna HRN B.B8.037
- obavijenost bitumenom HRN U.M8.096 ili EN 12697-11
- upijanje vode HRN B.B8.031 ili EN 1097-6
- otpornost na djelovanje  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  HRN B.B8.044 ili EN 1367-2
- otpornost prema drobljenju i habanju HRN B.B8.045 ili EN 1097-2
- vrijednost polirnosti HRN B.B8.120 ili EN 1097-8
- mineraloško-petrografski sastav HRN B.B8.0041 ili EN 932-3
- udio drobljenih zrna EN 933-5
- gustoća HRN U.M8.082 ili EN 1097-6

Kamena sitnež, ovisno o mineraloško-petrografskoj podjeli, načinu dobivanja ili proizvodnje, te o fizičko-mehaničkim svojstvima razvrstana je u:

- tri kategorije drobljene kamene sitneži eruptivnog i/ili metamorfnog porijekla i
- deset kategorija drobljene kamene sitneži sedimentnog porijekla, dobivene drobljenjem kamena i šljunka, te nedrobljene kamene sitneži, šljunka i sipine.

### 7.1.2.2. Uvjeti kvalitete

**Tablica 7. Uvjeti čistoće kamene sitneži<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Frakcije, mm	Međufrakcije, mm
	2/4	4/8 do 16/32
Udio čestica manjih od 0,09 mm, najviše, %(m/m)	3,0 (1,0)*	1,0 (0,5)*
Organske nečistoće, najviše, % (m/m)	0,5 (0,2)*	0,25 (0,2)*
Udio gruda gline, najviše, % (m/m)	0,25 (0,1)*	0,25 (0,1)*

\*za površinske obrade

**Tablica 8. Uvjeti kvalitete fizičko-mehaničkih svojstava drobljene kamene sitneži eruptivnog i/ili metamorfnog porijekla<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Kategorije kakvoće fizičko mehaičkih svojstava drobljene kamene sitneži		
	KS-E-I	KS-E-II	KS-E-III
Postupak proizvodnje	drobljeno	drobljeno	drobljeno
Otpornost na djelovanje Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , najviše, %(m/m)	3,0	3,0	3,0
Upijanje vode, najviše, %(m/m)	1,6	1,6	1,6
Udio zrna nepovoljnog oblika, najviše, %(m/m)	20	20	20
Udio slabih zrna, najviše, %(m/m)	3,0	3,0	3,0
Otpornost prema drobljenju, najviše, %(m/m)	16	18	22
Vrijednost polirnosti, najmanje	56	50	50

### 7.1.3. Separirani i djelomično separirani zrnati kameni materijal

Separirani zrnati kameni materijal je nedrobljeni (šljunak, sipina) ili drobljenjem kamena, šljunka ili sipine dobiveni zrnati kameni materijal od najmanje nazivne veličine zrna 2 mm do najveće nazivne veličine zrna do 32 mm, koji nije separiran sukladno normi HRN B.B3.100, nego je separiran na neke druge frakcije deklarirane prema donjoj i gornjoj nazivnoj veličini zrna. Djelomično separirani zrnati kameni materijal je nedrobljeni (šljunak, sipina) ili drobljenjem kamena, šljunka ili sipine dobiveni zrnati kameni materijal nazivne veličine zrna od 0 do najviše 32 mm, separiran i deklariran prema gornjoj nazivnoj veličini zrna.

### **7.1.3.1.Laboratorijska ispitivanja**

Separirani i djelomično separirani zrnati kameni materijal uzorkuje se sukladno uvjetima norme HRN B.B0.001.

Na separiranom i djelomično separiranom zrnatom kamenom materijalu prema OTU ispituju se:

- granulometrijski sastav HRN B.B8.029 ili EN 933-1
- udio čestica manjih od 0,09 mm HRN B.B8.036
- udio čestica manjih od 0,002 mm HRN U.B1.0183
- udio gruda gline HRN B.B8.038
- udio organskih nečistoća HRN U.B1.024
- udio zrna nepovoljnog oblika HRN B.B8.048 ili EN 933-4
- udio trošnih-slabih zrna HRN B.B8.037
- obavijenost bitumenom HRN U.M8.096 ili EN 12697-11
- upijanje vode HRN B.B8.031 ili EN 1097-6
- otpornost na djelovanje  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  HRN B.B8.044 ili EN 1367-2
- otpornost prema drobljenju i habanju HRN B.B8.045 ili EN 1097-2
- mineraloško-petrografski sastav HRN B.B8.0044 ili EN 932-3
- udio drobljenih zrna EN 933-5
- gustoća HRN U.M8.082 ili EN 1097-6

### **7.1.3.2.Uvjeti kvalitete**

Granulometrijski sastav separiranih i djelomično separiranih zrnatih kamenih materijala, nazivnih krupnoća od 0 do najviše 32 mm, ocjenjuje se s obzirom na njihovu deklaraciju i primjenu u pojedinom asfaltnom sloju u kolničkoj konstrukciji.

Da bi frakcije separiranih zrnatih kamenih materijala po svom granulometrijskom sastavu odgovarale deklariranom sastavu moraju ispunjavati uvjet od najviše 20 %(*m/m*) podzrnja i najviše 15 %(*m/m*) nadzrnja.



**Tablica 9. Uvjeti čistoće separiranih i djelomično separiranih zrnatih kamenih materijala<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Nazivna krupnoća zrnatog kamenog materijala, mm				
	separirane frakcije zrnatog kamenog materijala	djelomično separirani zrnati kameni materijal			
	4/11; 8/22 itd.	0/8	0/16	0/22	0/32
Udio čestica manjih od 0,09 mm, najviše, % (m/m)	3	15	10	10	10
Udio čestica manjih od 0,002 mm, najviše, % (m/m)	-	2	2	2	2
Udio gruda gline, najviše, % (m/m)	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3
Udio organskih nečistoća, najviše, % (m/m)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

#### 7.1.4. Pijesak

Pijesak je zrnati kameni materijal, prirodno granuliran (prirodni pijesak) ili dobiven drobljenjem kamena, šljunka ili drobine (drobljeni pijesak).

Prema najvećoj veličini zrna dijeli se na:

- pijesak 0/2 mm
- pijesak 0/4 mm.

##### 7.1.4.1. Laboratorijska ispitivanja

Pijesak se uzorkuje sukladno normi HRN B.B0.001 001 ili normi EN 932-1, a priređuje za ispitivanje prema normi EN 932-2.

Na drobljenom i prirodnom pijesku prema OTU ispituju se ili određuju:

- granulometrijski sastav HRN B.B8.029 ili EN 933-1
- modul zrnatosti HRN U.E4.014
- udio čestica manjih od 0,09 mm HRN B.B8.036
- udio gruda gline HRN B.B8.038
- udio organskih nečistoća HRN U.B1.024
- ekvivalent pijeska HRN U.B1.040 ili EN 933-8
- mineraloško-petrografski sastav HRN B.B8.004 ili EN 932-3

### 7.1.4.2. Uvjeti kvalitete

**Tablica 10. Uvjeti granulometrijskog sastava pijeska<sup>[3]</sup>**

Kvadratni otvor okaca sita (mm)	Vrsta pijeska	
	0/2 mm	0/4 mm
	Prolaz kroz sito, % (mm)	
0,09	0 do 10	0 do 10
0,25	15 do 35	12 do 25
0,71	40 do 85	33 do 70
2,0	90 do 100	65 do 100
4,0	100	90 do 100
8,0		100
Modul zrnatosti	1,70 do 2,55	1,95 do 3,00

**Tablica 11. Kategorije kvalitete prirodnog pijeska<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Kategorija kvalitete prirodnog pijeska	
	PP01	PP02
Vrsta pijeska	0/1 mm	0/2 mm
Udio čestica manjih od 0,09 mm, najviše, % (m/m)	5	5
Ekvivalent pijeska, najmanje, %	70	70
Udio gruda gline, najviše, % (m/m)	0,5	0,5
Organske nečistoće, najviše, % (m/m)	0,3	0,3

**Tablica 12. Kategorija kvalitete drobljenog pijeska eruptivnog porijekla<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Kategorija kvalitete drobljenog pijeska eruptivnog porijekla			
	DP02-E-I	DP02-E-II	DP04-E-I	DP04-E-II
Vrsta pijeska	0/2 mm	0/2 mm	0/4 mm	0/4 mm
Udio čestica manjih od 0,09 mm, najviše, % (m/m)	5	10	5	5
Ekvivalent pijeska, najmanje, %	70	60	70	70
Udio gruda gline, najviše, % (m/m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Organske nečistoće, najviše, % (m/m)	0,3	0,3	0,3	0,3

**Tablica 13. Kategorija kvalitete drobljenog pijeska sedimentnog porijekla<sup>[3]</sup>**

Svojstvo	Kategorija kvalitete drobljenog pijeska sedimentnog porijekla	
	DP02-S	DP04-S
Vrsta pijeska	0/2 mm	0/4 mm
Udio čestica manjih od 0,09 mm, najviše, % (m/m)	10	10
Ekvivalent pijeska, najmanje, %	60	60
Udio gruda gline, najviše, % (m/m)	0,5	0,5
Organske nečistoće, najviše, % (m/m)	0,3	0,3

### 7.1.5. Kameno brašno

Kameno brašno je drobljeni ili mljeveni zrnati kameni materijal veličine zrna do 0,71 mm. Dio kamenog brašna do veličine zrna 0,09 mm naziva se punilo.

Kameno brašno koje se koristi za spravljanje asfaltnih mješavina, može biti proizvedeno kao:

- osnovni proizvod na pogonu za proizvodnju kamenog brašna,
- nus proizvod pri proizvodnji kamene sitneži koji se dobiva otprašivanjem na separacijskom postrojenju,
- ciklonski materijal ili povratno kameno brašno na sustavu za otprašivanje u sklopu postrojenja za proizvodnju asfalta.

#### 7.1.5.1. Laboratorijska ispitivanja

Kameno brašno uzorkuje se na postrojenju za proizvodnju sukladno normi HRN B.B0.001 ili normi EN 932-1, a priređuje za ispitivanje prema normi EN 932-2.

Kvaliteta i upotrebljivost kamenog brašna prema OTU utvrđuju se ispitivanjem ukupnih svojstava:

- vanjski izgled kamenog brašna HRN B.B8.103
- mikroskopski pregled kamenog brašna HRN B.B8.103
- udio vlage HRN U.B1.012
- granulometrijski sastav HRN B.B8.105 ili EN 933-10
- granulometrijski sastav čestica do 0,063 mm HRN U.B1.0186
- čistoća punila HRN U.B1.020
- udio šupljina u suhozbijenom stanju HRN B.B8.102 ili EN 1097-4
- gustoća punila HRN B.B8.101 ili EN 1097-7
- indeks otvrdnjavanja bitumena HRN B.B8.104
- netopivi ostatak kamenog brašna u otopini HCl
- mineraloško-petrografski sastav kamenog brašna određen termičkom difrakcijom i rendgenskom analizom

### 7.1.5.2. Uvjeti kvalitete

**Tablica 14. Kategorije kvalitete kamenog brašna<sup>[3]</sup>**

Kvadratni otvor okaca sita(mm)	Kategorija kvalitete kamenog brašna prema granulometrijskom sastavu			
	KB-I		KB-II	
	Prolaz kroz sito, % (mm)			
	najmanje	najviše	najmanje	najviše
0,063	60	85	50	85
0,09	80	95	65	95
0,25	95	100	95	100
0,71	100	-	100	-

### 7.2. Dodaci bitumenu i asfaltu

Dodaci se dodaju u svrhu poboljšanja prianjanja veziva za kameni materijal, poboljšanja svojstava bitumenskog veziva i/ili svojstava asfaltne mješavine. Kako ne bi došlo do njihova razaranja pri proizvodnji asfaltne mješavine dodaci moraju biti temperaturno stabilni. Poželjno je da se dodaju vezivu neposredno prije ili za vrijeme proizvodnje asfaltne mješavine. Prethodnim laboratorijskim ispitivanjima određuje se vrsta i količina dodatka. Pri proizvodnji „splitmastiksasfalta” u asfaltu se mješavinu dodaju „stabilizirajuća” sredstva radi sprječavanja otjecanja bitumena. Za tu se svrhu upotrebljavaju sredstva organskog ili anorganskog porijekla.

### 7.3. Dokaz kvalitete i upotrebljivosti materijala

Dokaze upotrebljivost svih sastavnih materijala za spravljanje asfaltnih mješavina pribavlja izvođač. Postupkom laboratorijskog ispitivanja i certificiranja prema posebnom propisu „Naredba o obveznom certificiranju frakcioniranog kamenog agregata za beton i asfalt”(NN br.55/96) dokazuje se kakvoća i upotrebljivost:

- kamene sitneži i
- pijeska.

Kada su uvjeti kakvoće stroži od uvjeta kakvoće propisanih u predmetnim hrvatskim normama, materijal se bez dodatne provjere kakvoće ne smije primijeniti, bez obzira na važeći certifikat. U tom je slučaju potrebno pribaviti dodatni dokaz upotrebljivosti za takav materijal. Upotrebljivost sintetičkih materijala dokazuje se tehničkim dopuštenjem. Dokaze o upotrebljivosti svih sastavnih materijala za asfaltne radove predaje izvođač nadzornom inženjeru na suglasnost.

## 8. Proizvodnja asfaltne mješavine

### 8.1. Priozvodni proces

Izvođač treba provoditi vlastiti nadzor procesa proizvodnje asfaltnih mješavina, uključujući održavanje i umjeravanje mjernih uređaja na asfaltnom postrojenju sukladno zahtjevima norme EN 13108-10.

#### 8.1.1. Uskladištenje materijala na asfaltnoj bazi

Materijali za proizvodnju asfaltnih mješavina, uskladišteni na asfaltnoj bazi, ovisno o predviđenoj namjeni, moraju odgovarati zahtjevima.

Prije početka rada pri asfaltnom postrojenju mora biti uskladištena dovoljna količina materijala za kontinuiranu proizvodnju.

Podloga na kojoj se skladište kameni materijali treba biti betonirana ili asfaltirana, a boksovi odjeljeni kako bi se spriječilo međusobno miješanje, kao i onečišćenje materijala. Na svakom boksu mora biti postavljena nazivna oznaka uskladištene frakcije. Kamenno brašno se uglavnom skladišti u silosima, a zimi se može skladištiti i u vrećama, ali mora biti zaštićeno od vlaženja prema propisima za cement.

Svi dodaci asfaltnoj mješavini, kao prirodni asfalt, vlakna, polimerni dodaci, hidratizirano vapno, moraju biti primjereno uskladišteni. Bitumen se na asfaltnoj bazi skladišti u odgovarajućim cisternama u koje moraju biti ugrađeni termometri za kontrolu temperature. Najviša temperatura na koju se zagrijava cestograđevni bitumen prikazana je u tablici 15. Temperature zagrijavanja polimerom modificiranog bitumena ovise o vrsti i tipu polimera i baznog bitumena. Cisterne moraju biti označene i određene samo za jednu vrstu bitumena. <sup>[3]</sup>

**Tablica 15. Najviša temperatura skladištenja cestograđevnog bitumena u cisternama** <sup>[3]</sup>

Vrsta bitumena	Temperatura bitumena u cisternama, °C
BIT 90 i 70/100	najviše 170
BIT 60 i 50/70	najviše 180
BIT 45 i 30/45	najviše 190

#### 8.1.2. Postrojenje za proizvodnju asfaltne mješavine

Postrojenje za proizvodnju asfaltne mješavine mora biti tehnički opremljeno tako da može proizvoditi asfaltnu mješavinu propisane kakvoće i održavati stalnost sastava unutar dopuštenih odstupanja.

Svi mjerni uređaji na asfaltnom postrojenju moraju biti umjereni najmanje jednom godišnje.

Izvođač je obavezan zapise o umjeravanju dati na uvid nadzornom inženjeru.

Sustav preddoziranja materijala mora osigurati ujednačen i kontroliran dotok kamenog materijala iz dovoljnog broja preddozatora.

Bubanj za sušenje mora osigurati djelotvorno i ujednačeno sušenje i zagrijavanje kamenog materijala. Sustav otprašivanja i prosijavanja kamenog materijala mora osigurati učinkovito rasijavanje kamene smjese pri punom kapacitetu proizvodnje asfaltne mješavine.

Materijal nastao procesom otprašivanja mora se skladištiti u poseban silos. Nije dopušteno nekontrolirano vraćanje otprašenog materijala u proces proizvodnje.

Spremišta za prosijani kameni materijal moraju biti tako opremljena da onemoguće međusobno pretakanje već prosijanog materijala.

Uređaj za doziranje bitumenskog veziva mora se svakodnevno kontrolirati i održavati, posebice kod volumskog doziranja bitumena.

Asfaltno postrojenje mora biti opremljeno ispravnim uređajima za mjerenje temperature sastavnih materijala i proizvedene asfaltne mješavine.

Nadzorni inženjer ili osoba koju on ovlasti kontrolirat će prema vlastitom nahodjenju cjelokupni proces rada postrojenja i vođenje procesa proizvodnje asfaltne mješavine. <sup>[3]</sup>

### **8.1.3.Temperatura proizvodnje asfaltne mješavine**

Za najviše dopuštene temperature asfaltne mješavine prilikom izlaska iz mješalice asfaltnog postrojenja vrijede uvjeti u tablici 15. Te se temperature odnose na primjenu cestograđevnog bitumena.

## **8.2.Osiguranje kvalitete asfaltnih radova**

Pod osiguranjem kvalitete asfaltnih radova podrazumijevaju se aktivnosti koje za cilj imaju postizanje propisane kvalitete asfaltnih slojeva u kolničkoj konstrukciji.

Razlikuju se dvije vrste aktivnosti:

- prije početka izvođenja asfaltnih radova i
- tijekom izvođenja asfaltnih radova.

### **8.2.1.Aktivnosti prije početka izvođenja asfaltnih radova**

Aktivnosti prije početka izvođenja asfaltnih radova uključuju:

- prethodno ispitivanje upotrebljivosti materijala,
- izradu prethodnog sastava asfaltne mješavine,
- izradu pokusne dionice (dokazivanje ugradnje) i
- izradu Programa kontrole kvalitete materijala i radova. <sup>[3]</sup>

Izvođač radova obavezan je sve te aktivnosti pravodobno provesti o svom trošku. Također treba izraditi zaseban dokument o svakoj od navedenih aktivnosti u dva primjerka, te ga predati investitoru ili njegovom nadzornom inženjeru, koji će ga ovjeriti potpisom na prvoj

stranici dokumenta. Jedan primjerak ovjerenog dokumenta vraća se izvođaču, a drugi primjerak se zadržava.

#### **8.2.1.1. Prethodno ispitivanje upotrebljivosti materijala**

Izvođač radova mora pribaviti odgovarajuću dokumentaciju o upotrebljivosti svih materijala koje će upotrebljavati pri proizvodnji asfaltne mješavine, i predati ih nadzornom inženjeru na ovjeru najmanje 30 dana prije početka radova.

Nadzorni će inženjer u roku 10 dana prethodna ispitivanja upotrebljivosti odobriti ili ih vratiti izvođaču na doradu.

Izvođač pribavlja dokaze upotrebljivost svih sastavnih materijala za spravljanje asfaltnih mješavina.

Postupkom laboratorijskog ispitivanja i certificiranja prema posebnom propisu "Naredba o obveznom certificiranju fracioniranog kamenog agregata za beton i asfalt"(NN br.55/96) dokazuje se kakvoća i upotrebljivost:

- kamene sitneži i
- pijeska. <sup>[3]</sup>

#### **8.2.1.2. Prethodni sastav asfaltne mješavine**

Prethodni sastav asfaltne mješavine izrađuje se laboratorijski, po standardnom Marshallovu postupku. Pri tome je potrebno uz asfaltnu mješavinu optimalnog udjela veziva ispitati još po dvije asfaltne mješavine s manjim, odnosno s većim udjelom veziva s inkrementom od 0,3 %(*m/m*) u odnosu na optimalni udio veziva. Pokusni laboratorijski uzorci pripremaju se pri ekviviskoznoj temperaturi bitumenskog veziva od 0,268 Pa s energijom zbijanja od dva puta po 50 udaraca, sukladno normi HRN U.M8.090, odnosno normi EN 12697-30.

U okviru izrade prethodnog sastava za asfaltne mješavine namijenjene za autoceste i ceste grupe vrlo teškog prometnog opterećenja, potrebno je asfaltnu mješavinu ispitati na otpornost prema trajnim deformacijama ( norma EN 12697-22 ili EN 12697-25) i na otpornost prema djelovanju vode (norma EN 12697-12).

Izvođač mora imati prethodni sastav za svaku vrstu asfaltne mješavine propisane projektom kolničke konstrukcije i predložiti ga investitoru ili njegovom nadzornom inženjeru na odobrenje najmanje 20 dana prije početka radova. Nadzorni inženjer će u roku pet dana prethodni sastav odobriti ili ga vratiti izvođaču na doradu. <sup>[3]</sup>

#### **8.2.1.3. Pokusna dionica**

Pokusna dionica služi kao dokaz da se s asfaltnom mješavinom proizvedenom prema radnom sastavu, uz odgovarajuću tehnologiju ugradnje, može izraditi asfaltni sloj propisane kvalitete. Izrađuje se za autoceste i ceste grupe vrlo teškog prometnog opterećenja u najmanjoj duljini od 300 m.

Mjesto i veličinu pokusne dionice, te strojeve za izvedbu pokusne dionice, sa režimom ugradbe asfaltne mješavine i shemom valjanja asfaltnog sloja, pismeno predlaže izvođač, a odobrava nadzorni inženjer.

Tijekom izrade pokusne dionice, izvođač ispituje:

- temperaturu asfaltne mješavine pri prekrćavanju asfalta u finiše svakog dostavnog vozila,
- sastav i fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine na najmanje tri uzorka,
- promjenu stupnja zbijenosti asfaltnog sloja nerazornom metodom tijekom ugradbe i na ohlađenom asfaltnom sloju na najmanje šest mjesta,
- stupanj zbijenosti, udio šupljina, debljinu izvedenog asfaltnog sloja, te čvrstoću adhezijske veze s podlogom, na najmanje tri originalna uzorka,
- ravnost svake prometne trake cijelom duljinom pokusne dionice,
- hvatljivost (za habajuće slojeve) na najmanje tri mjesta. <sup>[3]</sup>

#### **8.2.1.4. Program kontrole kvalitete materijala i radova**

Program kontrole kvalitete materijala i radova izrađuje izvođač radova, a ovjerava investitor ili njegov nadzorni inženjer.

Program kontrole kvalitete materijala i radova sadrži:

- oznaku i naziv Projekta,
- naziv građevine,
- naziv faze rada,
- lokaciju asfaltne baze s položajnom skicom,
- opis asfaltnog postrojenja s planiranim dnevnim kapacitetom proizvodnje i ugradnje asfalta
- popis dokumenata o provedenim postupcima provjere ispravnosti mjernih uređaja
- na asfaltnom postrojenju, uključujući i opis postupaka njihove provjere za vrijeme trajanja određenog Projekta,
- opis postupka provjere ispravnosti osnovnih uređaja na asfaltnom postrojenju (predoziranje, sušenje, otprašivanje, prosijavanje, doziranje svih komponenata),
- planirani broj i kapacitet vozila za prijevoz asfaltne mješavine,
- opis strojeva za ugradnju asfaltnih mješavina,
- lokaciju i opis laboratorija,
- opis opreme za laboratorijska i terenska ispitivanja,
- opis načina uzorkovanja sastavnih materijala i asfalta,
- način provedbe korektivnih akcija pri procesu proizvodnje i ugradnje asfalta u slučaju nesukladnosti,
- rokove provedbe laboratorijskih i terenskih ispitivanja i način dokumentiranja rezultata ispitivanja,
- način i rokove dostave rezultata ispitivanja nadzornom inženjeru,
- popis tehničkog osoblja zaduženog za provedbu ovog Programa s precizno definiranim zaduženjima i odgovornosti,
- ime, prezime i potpis osobe odgovorne za provedbu Programa.

Program kontrole kakvoće materijala i radova izvođač treba dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru najmanje 10 dana prije početka radova. <sup>[3]</sup>



### **8.2.2. Aktivnosti tijekom izvođenja asfalterskih radova**

Aktivnosti izvođača i investitora koje oni provode tijekom građenja radi osiguranja kakvoće asfalterskih radova:

- tekuća ispitivanja kao obvezu izvođača radova i
- kontrolna ispitivanja kao obvezu Investitora.

#### **8.2.2.1. Tekuća ispitivanja**

Tekuća ispitivanja obavlja izvođač radova. Obavlja ih na način koji osigurava mogućnost brze i djelotvorne intervencije u proizvodni proces. U slučaju da izvođač nema odgovarajuću opremu i kadrove, tekuća ispitivanja obavlja Ovlašteno tijelo o trošku izvođača. O rezultatima ispitivanja obavljenih u sustavu tekućih ispitivanja izvođač vodi pismenu evidenciju, koja mora biti dostupna nadzornom inženjeru.

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju ove aktivnosti:

- ispitivanje kvalitete sastavnih materijala za izradu asfaltne mješavine,
- ispitivanje proizvedene asfaltne mješavine,
- ispitivanje ugrađene asfaltne mješavine. <sup>[3]</sup>

#### **8.2.2.2. Kontrolna ispitivanja**

Kontrolna ispitivanja obavlja Investitor ili o njegovu trošku Ovlašteno tijelo.

Kontrolnim ispitivanjem se prati kvaliteta materijala i izvedenih radova u odnosu na propisanu kvalitetu. Na temelju rezultata kontrolnih i tekućih ispitivanja investitor, odnosno nadzorni inženjer, donosi konačnu ocjenu kvalitete izvedenih asfaltnih slojeva. U slučaju da se ispitivanjem uzoraka ustanovi odstupanje od propisane kvalitete, izvođač uz suglasnost nadzornog inženjera može o svom trošku, zatražiti dodatno vađenje uzoraka radi lokaliziranja površine (količine) asfalta neodgovarajuće kvalitete. Ovisno o stupnju ustanovljenih odstupanja, nadzorni inženjer uz suglasnost projektanta donosi odluku o tome treba li izvedeni asfaltni sloj sanirati, ili su odstupanja takva da se izvedeni sloj može prihvatiti uz odbijanje od ugovorene cijene. U slučaju sumnje u kvalitetu izvedenog asfaltnog sloja mogu se na zahtjev nadzornog inženjera ispitati dodatni uzorci. Ako se ispitivanjem dodatnih uzoraka ustanovi odstupanje od propisane kvalitete, troškove dodatnih ispitivanja snosi izvođač. U slučaju da se ne ustanovi odstupanje od propisane kvalitete, troškove dodatnih ispitivanja snosi investitor. Površina izvedenog asfaltnog sloja lokalizirana dodatnim vađenjem uzoraka ocjenjuje se pri čemu se ocjena kvalitete daje na temelju pojedinačnih vrijednosti rezultata ispitivanja uzoraka izvađenih na toj površini. U račun ne ulaze rezultati ispitivanja uzoraka kojima su definirane granice lokalizirane površine.

Izvođač je dužan o svom trošku popraviti sva mjesta na izvedenom asfaltnom sloju koja su oštećena uzimanjem uzoraka za kontrolna ispitivanja. <sup>[3]</sup>

Kontrolnim ispitivanjem obuhvaćeno je:

- ispitivanje kvalitete sastavnih materijala,

- ispitivanje kvalitete proizvedene asfaltne mješavine i
- ispitivanje kvalitete izvedenog asfaltnog sloja.

Nadzorni inženjer može po vlastitom nahodanju zatražiti dodatnu provjeru kvalitete sastavnih materijala za proizvodnju asfaltnih mješavina koja se provodi u okviru tekućih ispitivanja. Ako se ustanovi odstupanje od propisane kvalitete, troškove tih ispitivanja snosi izvođač.

### **8.3. Ocjena kvalitete asfalta**

Osnovni je cilj svih aktivnosti koje se provode radi ocjenjivanja kvalitete da se dobije što realnija, objektivnija i pouzdanija slika o kvaliteti proizvedene i ugrađene asfaltne mješavine, te da se na temelju saznanja o postignutoj kvaliteti objektivno vrednuju izvedeni asfaltni radovi. Ni s tehničke niti s ekonomske strane gledišta nije ispravno asfalt, koji u nekim svojim svojstvima odstupa od propisanih uvjeta kvalitete, proglasiti potpuno nevaljanim. Ispravnije je u takvim slučajevima stupnjevano vrednovati asfaltni radove, ovisno o stupnju odstupanja od propisanih uvjeta kvalitete.

Konačnu ocjenu kvalitete donosi investitor ili nadzorni inženjer, a na temelju rezultata kontrolnog ispitivanja.

Pri tome se donošenje konačne odluke o kvaliteti temelji na:

- ocjeni kvalitete proizvedene asfaltne mješavine i
- ocjeni kvalitete izvedenog asfaltnog sloja. <sup>[3]</sup>

#### **8.3.1. Ocjena kvalitete proizvedene asfaltne mješavine**

Ocjena kvalitete proizvedene asfaltne mješavine donosi se na temelju rezultata kontrolnog ispitivanja udjela veziva u asfaltnoj mješavini.

Ocjena kvalitete najčešće se donosi na temelju srednjih vrijednosti rezultata laboratorijskih ispitivanja, osim u slučaju kada, zbog manjega opsega izvedenih radova, na raspolaganju stoje manje od tri pojedinačna rezultata. U tom slučaju ocjena kvalitete proizvedene asfaltne mješavine donosi se na temelju pojedinačnih rezultata kontrolnog ispitivanja. <sup>[3]</sup>

#### **8.3.2. Ocjena kvalitete izvedenog asfaltnog sloja**

Ocjena kvalitete izvedenog asfaltnog sloja donosi se na temelju rezultata kontrolnih ispitivanja debljine, udjela šupljina i ravnosti izvedenog sloja.

##### **8.3.2.1. Debljina izvedenog asfaltnog sloja**

Debljina sloja određuje se na uzorcima izvađenim iz izvedenog asfaltnog sloja. Debljina sloja mjeri se na četiri mjesta svakog uzorka, koja su jedno prema drugom zaokrenuta za

90°. Kao rezultat ispitivanja daje se aritmetička sredina za četiri pojedinačna određivanja, koja se zaokružuje na 1 mm. Rezultat ispitivanja predstavlja debljinu sloja na izvedenoj površini na koju se uzorak odnosi. <sup>[3]</sup>

### **8.3.2.2. Udio šupljina u izvedenom asfaltnom sloju**

Ocjena kvalitete izvedenog sloja s obzirom na udio šupljina donosi se, za svaki izvedeni sloj posebno, i to na temelju pojedinačnih rezultata ispitivanja, i na temelju srednjih vrijednosti udjela šupljina u izvedenim slojevima.

Pojedinačni rezultati određivanja udjela šupljina u ugrađenom sloju, koji premašuju gornju granicu raspona za više od 10% njihove vrijednosti, ne uzimaju se u račun srednje vrijednosti udjela šupljina u izvedenom sloju. Takvi se rezultati ocjenjuju prema kriterijima za ocjenu prema pojedinačnim rezultatima ispitivanja. <sup>[3]</sup>

### **8.3.2.3. Ravnost izvedenog habajućeg sloja**

Ocjena ravnosti habajućeg sloja donosi se na temelju utvrđene srednje vrijednosti indeksa IRI<sub>500</sub> na mjernoj dionici duljine 500 m, koju sačinjava pet indeksa IRI<sub>100</sub>, u okviru kontrolnih ispitivanja izvedenog asfaltnog sloja.

Ukoliko prosječna vrijednost indeksa IRI<sub>500</sub> na dionici duljine od 500 m prelazi dopuštenu vrijednost za više od 0,1m/km, tada se ravnost na predmetnoj dionici mjeri u punoj duljini u dva uzdužna profila. Ako tako dobivena prosječna vrijednost indeksa IRI<sub>500</sub> odstupa od propisane vrijednosti uvećane za 0,1m/km, izvođaču će ugovorena cijena biti umanjena. <sup>[3]</sup>

## **8.4. „Rollpave“ asfalti**

„Rollpave“ asfalt je tanki prefabricirani asfaltni zastor debljine približno 3 cm izrađen u obliku tepiha od oko 50 metara dužine u proizvodnoj hali s raznim mješavinama asfalta. Nakon hlađenja, asfaltni materijal valja se na kolut i pohranjuje. Na taj način se prevozi na mjesto uzgradnje i odmotava s koluta. Moguće ga je vrlo brzo posebnim inovativnim sistemom za lijepljenje slojeva položiti (pričvrstiti za pripremljenu podlogu) ali i u slučaju potrebe odstraniti s vozne površine. Proces ugradnje takvog asfalta je prilično neovisan o vremenskim uvjetima i na taj način se mogu primjenjivati tijekom cijele godine. Tepisi su namijenjeni i za višekratnu upotrebu. Također, neke od oznaka na kolniku mogu se izvršiti unaprijed, što štedi rad na licu mjesta. Eko-varijanta gume iz rabljenih automobilskih guma obrađena u asfaltnu mješavinu smanjenje buku na cestama. <sup>13</sup>

<sup>13</sup> <http://asfaltproductiedeeem.nl/wp-content/uploads/2015/02/PdB-Rollpave.pdf> (02.07.2016.)

## 9. Primjena kontrole kvalitete na pokusnoj dionici

Na dužini 1000 m brze ceste sa po dva prometna traka u oba smjera, bez zaustavnih trakova, potrebno je ispitati kontrolu kvalitete izvođenja brze ceste.

Broj trakova u jednom smjeru: 2

Broj trakova u drugom smjeru: 2

Širina jednog prometnog traka: 3,75 m

Duljina prometnih trakova: 1000 m

Ukupna površina za ispitivanje: 15 000 m<sup>2</sup>

Za nosivi sloj od nevezanih mehanički zbijenih zrnatih materijala potrebno je prethodno ispitati materijal koji se ugrađuje u nosivi sloj.

Tekuća ispitivanja	Jedinica duljine	Ukupna površina za ispitivanje	Ukupno ispitivanja
Modul stišljivosti $M_s$	500 m <sup>2</sup>	15 000 m <sup>2</sup>	30
Modificirani Proctorov postupak	500 m <sup>2</sup>		30
Nuklearni denzimetar	500 m <sup>2</sup>		30
Granulometrijski sastav	3000 m <sup>2</sup>		5
Ravnost površine letvom duljine 4m	poprečni profil		1 po porečnom profilu

Rezultati ispitivanja prikazuju se u pisanom sadržaju i dostavljaju se nadzornom inženjeru.

Za izradu nosivog sloja od znatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličnim vezivom potrebno je prethodno ispitati materijal za izradu stabilizacijske mješavine.

Ispitivanja	Jedinica duljine	Ukupna površina	Ukupno ispitivanja
Zbijenost	500 m <sup>2</sup>	15 000 m <sup>2</sup>	30
Granulometrijski sastav	3000 m <sup>2</sup>		5
Vezivo	100 t		ovisno o količini veziva u mješavini
Tlačna čvrstoća	1000 m <sup>2</sup>		15
Ravnost površine	poprečni profil		1 po porečnom profilu
Debljina sloja	poprečni profil		1 po porečnom profilu

Kako bi sloj zadržao svostva pogodna za daljnje radove potrebno je njegovanje i održavanje kako ne bi došlo do gubitka vlage iz sloja. Održavanje sloja ovisi o vremenskim uvjetima. Za

vrijeme visokih temperatura sloj se održava prskanjem vode tijekom sedam dana. Ukoliko su temperature niske sloj se zaštićuje od smrzavanja.

Za bitumenizirane nosive slojeve bitno je skladištiti bitumen na propisanoj temperaturi, a to ovisi o vrsti bitumena koji se koristi.

Za bitumenski međusloj za sljepljivanje bitumeniziranog nosivog sloja sa slojem izrađenim na bazi hidrauličkih veziva potrebno je 0,5 kg bitumenske emulzije po m<sup>2</sup>. Za površinu pokusne dionice od 15 000 m<sup>2</sup> potrebno je 7 500 kg bitumenske emulzije.

Za asfaltnske radove potrebno je prethodno napraviti pokusnu dionicu duljine 300 m.

Ispitivanja	Opis
Stupanj zbijenosti	određuje se iz odnosa prostorne mase ugrađenog asfalta i prostorne mase laboratorijski pripremljenog asfaltnog uzorka
Udio šupljina	određuje se iz odnosa prostorne mase ugrađenog asfalta i prividne gustoće asfaltne mješavine
Debljina sloja	određuje se na originalnim uzorcima izvađenim iz kolnika
Ravnost sloja	mjeri se svakih 500 m letvom duljine 3 m
Visina sloja, poprečni pad i položaj sloja	mjeri se geodetskim uređajima namijenjenim za to
Hvatljivost sloja	mjeri se dubina teksture
Povezanost slojeva	ispituje se na originalnim uzorcima asfalta

## 10. Zaključak

U radu je opisan pojam kontrole kvalitete gornjeg ustroja prometnica. Od definicija osnovnih dijelova koji su bitni za pojedini sloj gornjeg ustroja prometnica, do primjene kontrole kvalitete na svaki sloj, ističe se važnost kontrole kvalitete. Kako bi se izvela kvalitetna konstrukcija potrebno je izvršiti kontrolu kvalitete za svaki pojedini materijal koji se u nju ugrađuje, te osigurati kvalitetan plan izvedbe kako bi na kraju dobili željeni proizvod.

Kontrola kvalitete je izrazito regulirano područje. Ispitivanja koja je potrebno izvesti kako bi se provela kontrola kvalitete su izrazito skupa, pa je prema tome gornji ustroj u odnosu na donji ustroj prometnica skup za izvođenje. Skupoća izvedbe kontrole kvalitete gornjeg ustroja u odnosu na donji ustroj prometnica bitan je čimbenik koji ukazuje na važnost tog dijela prometnice. Bitno je napomenuti da gornji ustroj utječe i na sigurnost prometa. Važno je osigurati kvalitetnu prometnicu, ne samo osiguravajući kvalitetu materijala, nego zadovoljiti i tehničke uvjete u pogledu nagiba, ravnosti, te sigurnosti prometa kako bi se sudionici u prometu nesmetano kretali po nekoj dionici ceste. Iz iskustva znamo da proizvod koji je u početku jeftiniji, u konačnici nas košta više, te je to još jedan primjer kako je potrebno zahtijevati kvalitetu izvođenja gornjeg ustroja prometnica kako ne bi došlo do većih troškova u budućnosti. Da bi u konačnici dobili razinu kvalitete danom projektom potrebno je slijediti i niz zakona i pravilnika kojima se propisuje kontrola kvalitete tijekom proizvodnje i ugradnje materijala. Najvažniji dio regulative čine: Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, Zakon o građevnim proizvodima, Tehnički propisi o građevnim proizvodima (članak 13), te Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda.

U ovom radu prikazan je pregled zahtjeva za kvalitetu i na primjeru ceste duljine 1000 m prikazana je vrsta i učestalost ispitivanja. Prikazana ispitivanja i učestalost osiguravaju kvalitetu gornjeg ustroja prometnica.

## 11. Dodaci

### 11.1. Popis tablica

Tablica 1. Kriteriji upravljanja kvalitetom <sup>[1]</sup> .....	7
Tablica 2. Tražena fizičko-mehanička svojstva zrnatog materijala za izradu nosivog sloja bez veziva <sup>[3]</sup> .....	16
Tablica 3. Zahtjevi za ugrađeni nosivi sloj od zrnatog kamenog materijala bez veziva <sup>[3]</sup> .....	17
Tablica 4. Tražena tlačna čvrstoća stabilizacijskih mješavina <sup>[3]</sup> .....	23
Tablica 5. Uvjeti kvalitete polimerom modificiranog bitumena <sup>[3]</sup> .....	30
Tablica 6. Kategorije kvalitete kamena kao sirovine za proizvodnju zrnatog kamenog materijala <sup>[3]</sup> .....	35
Tablica 7. Uvjeti čistoće kamene sitneži <sup>[3]</sup> .....	36
Tablica 8. Uvjeti kvalitete fizičko-mehaničkih svojstava drobljene kamene sitneži eruptivnog i/ili metamorfnog porijekla <sup>[3]</sup> .....	36
Tablica 9. Uvjeti čistoće separiranih i djelomično separiranih zrnatih kamenih materijala <sup>[3]</sup> ..	38
Tablica 10. Uvjeti granulometrijskog sastava pijeska <sup>[3]</sup> .....	39
Tablica 11. Kategorije kvalitete prirodnog pijeska <sup>[3]</sup> .....	39
Tablica 12. Kategorija kvalitete drobljenog pijeska eruptivnog porijekla <sup>[3]</sup> .....	39
Tablica 13. Kategorija kvalitete drobljenog pijeska sedimentnog porijekla <sup>[3]</sup> .....	40
Tablica 14. Kategorije kvalitete kamenog brašna <sup>[3]</sup> .....	41
Tablica 15. Najviša temperatura skladištenja cestograđevnog bitumena u cisternama <sup>[3]</sup> .....	42

### 11.2. Popis slika

Slika 1. Slojevi kolničke konstrukcije .....	13
Slika 2. Granične krivulje za zrnati kameni materijal nevezanih slojeva .....	14
Slika 3. Stabilizirani nosivi slojevi .....	20
Slika 4. Granične krivulje za zrnati materijal cementom stabiliziranih nosivih slojeva .....	21
Slika 5. Slojevi kolničke konstrukcije .....	33

## Literatura:

- [1] Ivković B., Popović Ž., „*Upravljanje projektima u građevinarstvu*“, 3.izmjenjeno i dopunjeno izdanje, Bg, 2005.
- [2] Babić B., Horvat Z., „*Građenje i održavanje kolničkih konstrukcija*“, Zg. 1984.
- [3] Knjiga 3- Kolnička konstrukcija, „*Opći tehnički uvjeti za radove na cestama*“, Zg. 2001.
- [4] Ramljak Z., i suradnici, „*Tehnički uvjeti za asfaltnske radove*“, 1.dio, Zg.2004.

### Internet stranice:

<http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta> (17.04.2016.)  
<http://www.prometna-zona.com/gornji-ustroj-cesta/> (17.04.2016.)  
[http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_153\\_3221.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html) (18.04.2016.)  
[http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_07\\_78\\_1489.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_07_78_1489.html) (18.04.2016.)  
[http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_76\\_1523.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_76_1523.html) (18.04.2016.)  
[http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_03\\_33\\_861.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_03_33_861.html) (04.06.2016.)  
<http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/341671.html> (04.06.2016.)  
<http://www.gfos.unios.hr/portal/index.php/nastava/studiji/sveucilisni-diplomski-studij-smjer-prometnice/kolnicke-konstrukcije.html> (21.06.2016.)  
<http://asfaltproductiedeeem.nl/wp-content/uploads/2015/02/PdB-Rollpave.pdf> (02.07.2016.)